



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Nico Rinkinen  
Sampo Levy

# Tiedonlaadun kehittäminen laatujärjestelmillä

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Tuotantotalouden koulutusohjelma  
Insinöörityö  
25.4.2020

Tekijä	Nico Rinkinen, Sampo Levy
Otsikko	Tiedonlaadun kehittäminen laatujärjestelmillä
Sivumäärä	52 sivua
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Tilaus-toimitusketjujen hallinta
Ohjaajat	Janne Salonen, Osaamisaluepäällikkö
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkimusaiheena oli erilaisten laatujärjestelmien soveltuvuus tiedonlaadun hallintaan. Tavoitteena oli selvittää aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta niiden toiminta ja sen perusteella soveltaa niitä CASE-esimerkkiin.</p> <p>Teoriaosuudessa selvitettiin kirjallisuuden avulla tiedon laadun tärkeyttä ja sen puutteista johtuvia liiketoimintaongelmia. Työn alussa määritetään myös Lean-filosofiat perusteellisesti, sillä Six Sigma ja siihen liittyvät työkalut olivat tärkeä osa tutkimusta.</p> <p>ISO-standardeja tutkittiin datan laadun osa-alueelta. Opinnäytetyössä perehdyttiin syvästi Six Sigma DMAIC- ja Design For Six Sigma -työkaluihin. Sekä laatujärjestelmiä ja niiden työkaluja hyödynnettiin lopun case-esimerkissä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena on selvitys yleisten laatujärjestelmien mahdollisuuksista ja esitys niiden käytön tuottamasta arvosta tiedonlaadun hallinnassa.</p>	

Avainsanat	Tiedon laatu, Six Sigma, ISO, DMAIC
------------	-------------------------------------

Author	Nico Rinkinen, Sampo Levy
Title	Quality systems in information management
Number of Pages	52 pages
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management and Engineering
Professional Major	Supply chain management
Instructors	Janne Salonen, Head Of Department (ICT)
<p>Research topic in this thesis was to find out compatibility of different quality systems for information quality management. The aim was to find out their activities in the relevant literature and to apply them to the CASE example.</p> <p>In the theoretical part, the importance of information quality and business problems it can cause were investigated with the help of literature. At the beginning of the work, Lean philosophies are also thoroughly defined. This was done because Six Sigma and related tools were an important part of this research.</p> <p>ISO standards were studied in the area of data quality. The thesis introduced in-depth study of Six Sigma DMAIC and Design for Six Sigma - tools. Both quality systems and their tools were utilized in the case study at the end.</p> <p>The result of the thesis is a CASE study about using quality systems in data quality management.</p>	

Keywords	Information management, Six Sigma, ISO, DMAIC
----------	---

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	ISO ja datan laatuun keskittyvät standardit	2
2.1	ISO 8000 -standardit	2
2.1.1	Yleistä	2
2.1.2	Tuotteen laadunhallinta	3
2.2	ISO 8000: Informaation arvon määrittäminen	4
2.3	ISO 8000: Datan ominaisuudet	4
2.4	ISO 8000: Laadukkaan datan määritelmä	5
2.5	ISO 8000 -standardin toteuttaminen	5
2.5.1	Tiedon laadun mitat standardin ISO 25012 mukaan	6
2.5.2	Tietoarkkitehtuuri	7
2.5.3	Tietovaatimuslausunto	7
2.5.4	Tiedon siirrettävyyden määritelmä	8
2.5.5	ISO 8000: Datan tunnisteet	9
3	Mikä on Lean	10
3.1	Leanin historia	10
3.2	Toyota Production System	11
3.3	Mikä on Kaizen	12
3.4	10 Kaizen-periaatetta	12
3.5	Lean-ajattelun seitsemän hukkaa	15
3.5.1	Ylituotanto	16
3.5.2	Yliprosessointi	17
3.5.3	Odottaminen	17
3.5.4	Kuljetushukka	17
3.5.5	Varaston hukka	18
3.5.6	Liikehukka	18

3.5.7	Laatuvirhehukka	18
3.6	Leanin viisi periaatetta	19
3.6.1	Arvo	19
3.6.2	Arvovirtakuvaus	20
3.6.3	Optimoiminen	20
3.6.4	Imun luominen tuotantoon	20
3.6.5	Täydellisyyteen pyrkiminen	21
4	Lean Six Sigma	22
4.1	Mikä on Six Sigma	22
4.2	Six Sigman historia	23
4.3	Kolmannen sukupolven Six Sigma	24
4.4	DFSS – Design for Six Sigma	25
4.5	DFSS:n käyttö tuotesuunnittelussa	25
4.6	Design for Six Sigma – työvaiheet	27
4.6.1	Aloittaminen: Luo projektille pohja	27
4.6.2	Vaihe 1: Tunnista asiakkaan vaatimukset tuotteelle	28
4.6.3	Vaihe 2: Suunnittelun kuvaus	28
4.6.4	Vaihe 3: Suunnittelun optimointi	29
4.6.5	Vaihe 4: Suunnittelun vahvistaminen	29
5	DMAIC ja tiedon laatu	30
5.1	Yleistä	30
5.2	DMAIC Määritä - Datan laatu	31
5.2.1	Käyttöönotto ja lähestyminen	31
5.2.2	Tiedon laadunhallinta yrityksissä	32
5.2.3	Datan laadun parantamisen haasteet	33
5.2.4	Roolit ja vastuut	34
5.3	Mittausvaihe	34
5.3.1	Datan laadun mittaaminen	35
5.3.2	Korkealaatuinen data	35
5.3.3	Mittaustapoja	35
5.3.4	Oikeellisuus	36
5.4	Analysointivaihe	36
5.5	Parannusvaihe	37
5.5.1	DMAIC - Datan laadun parantaminen	38
5.5.2	Datan puhdistus	38

5.6	Ohjausvaihe	38
5.6.1	DMAIC – datan laadun ohjaustoimenpiteet	39
5.6.2	Aktiivinen metadatan ylläpitäminen	39
6	Case: Yritys ABC:n tietovirrat	40
6.1	Case: Tietojen kirjausprosessin kehitys DMAIC-työkalulla	42
6.1.1	Tietojen kirjaus: Määritä	42
6.1.2	Tietojen kirjaus: Mittaa	44
6.1.3	Tietojen kirjaus: Analysointi	45
6.1.4	Tietojen kirjaus: Kehitysvaihe	46
6.1.5	Tietojen kirjaus: Ohjausvaihe	47
6.2	CASE: Operatiivisten järjestelmien sisältö	49
6.3	CASE: Tiedon poiminta	49
6.4	DFSS:n käyttö ETL-määrittelyprosessissa	50
6.5	CASE: Tiedon koostaminen	51
6.6	Lopputuotteen hyödyntäminen	51
6.7	Yhteenveto	53
	Lähteet	54
	Liitteet	
	Liite 1. Liitteen nimi	
	Liite 2. Liitteen nimi	





## 1 Johdanto

Työn tavoitteena on tutkia organisaatioiden mahdollisuuksia datan laadun systemaattiseen parantamiseen. Kyseessä on kirjallisuustutkimus, joka käsittelee yleisesti käytettyjä laadunhallintamenetelmiä datan käsittelyssä.

Ensimmäinen osio käsittelee ISO-standardeja, jotka liittyvät tiedon laadun hallintaan. Toisessa osassa tutkimme Lean-oppia ja sitä noudattavaa Lean Six Sigma -laatu järjestelmää. Tutkimme myös perusteellisesti Six Sigman mahdollisuuksia organisaation tiedon laadun hallinnassa. Opinnäytetyön lopussa käymme läpi case-esimerkin, jossa hyödynnämme teoriaosuutta.

Riittämätön tiedon laatu aiheuttaa ongelmia monille organisaatioille. Tässä työssä esittelemme mahdollisuuksia kehittää tätä osa-aluetta ISO-standardien ja Six Sigma -työkalun metodeilla. Työssä ISO 8000 ja Six Sigma esitellään tarkasti sisältäen esimerkkejä datan laadunhallinnan alueelta.

Erityisesti Six Sigmaan liittyvä DMAIC-kehitystyökalu on tarkastelun kohteena. Sen ominaisuuksia esitellään tiedon laadun järjestelmälliseen parantamiseen. Informaation hallinta on jatkuva toimenpide ja jatkuvan parantamisen väline kuten DMAIC voi soveltua siihen erinomaisesti. ISO 8000 taas on joukko standardeja, joita yritys voi noudattaa. Tutkimme niiden tarjoamia hyötyjä.

Toivomme, että lukija saa tästä työstä Lean-opeihin perustuvaa uutta näkökulmaa tiedon ja informaationlaadun parantamisesta organisaatioiden sisällä.

## 2 ISO ja datan laatuun keskittyvät standardit

Standardien luominen on tapa yhteensopivuuden saavuttamiseksi. *International Organization for Standardization* eli ISO on kehittänyt lukuisia laatuun liittyviä standardeja. Tunnetuimmat ISO 9000 -laatustandardit ovat keskittyneet tuotteen yleiseen laatuun. Laadunhallinnan yleiset vaatimukset kunkin liiketointaprosessin luomiseksi esitetään ISO 9000- ja ISO 9001 -standardeissa. Nämä standardit ovat enimmäkseen prosessikeskeisiä

ISO-laatustandardeja ISO 9126 ja ISO 25010 voidaan käyttää ohjelmistojen määrittelyyn ja arviointiin eri näkökulmista. Näitä näkökulmia voidaan hyödyntää ohjelmistojen hankintaprosessissa, vaatimusmäärittelyssä sekä käytön, käytöntuen ja ylläpidon laadunvarmistuksessa.

ISO 9126-1 -standardi erottelee kolme erilaista näkökulmaa ohjelmistojen laatuun, joita ovat sisäinen laatu, ulkoinen laatu ja käytön laatu. ISO 25010 yhdistää sisäisen ja ulkoisen laatumallin tuotteen laatuun.

ISO 8000 kuvaa datan laatua. [Aljumaili, Karim, Tretten 2016: 4-5]

### 2.1 ISO 8000 -standardit

#### 2.1.1 Yleistä

Kansainvälinen standardijärjestö on julkaissut tiedon laadulle ISO 8000 -standardin. Tämä on ensimmäinen ISO:n standardiluokka, joka on tarkoitettu datan laadunhallintaan ja -mittaamiseen.

ISO 8000 tarjoaa viitekehysten tiedon laadun parantamiseksi. Tätä viitekehystä voidaan käyttää itsenäisesti tai yhdessä muiden laadunhallinnan työkalujen kanssa. ISO 8000 määrittelee ominaisuudet, joita kuka tahansa tiedon hyödyntäjä voi testata. Näitä tunnistettuja ominaisuuksia voidaan objektiivisesti havaita ja mitata tietojen ominaisuuksien vastaavuus ISO 8000:n kanssa. [Aljumaili; Karim & Tretten 2016: 2.]

ISO 8000 on järjestetty sarjoihin, joista jokainen on erillinen julkaisu. ISO 8000 osa-alueet on jaettu seuraaviin joukkoihin:

- Osat 1 – 99: Datan laatu yleisesti
- Osat 100 – 199: Master datan laatu / perustietojen laatu
- Osat 200 – 299: Transaktiotietojen laatu
- Osat 300 – 399: Tuotetietojen laatu.

Jokainen näistä osista käsittelee viestintää organisaation sisällä tai kahden eri organisaation välistä viestintää.

#### 2.1.2 Tuotteen laadunhallinta

Tuotteen laatua hallitaan laatumittausten, luotettavuuden suunnittelun ja tilastollisten menetelmien avulla. Koska tuotteena on data, mittaus on välttämätön asia laadunvalvonalle. On myös tarpeellista asettaa aikaväli mitattavalle datalle, sillä osa tiedoista menettää merkityksen ajan kuluessa. Datan laatua on toivottavaa mitata heti sen käsittelyprosessin jälkeen. Se voidaan silti tehdä liiketoimintaprosessilta tulevien ehtojen mukaisesti.

Tiedon laadun mittausoperaatio tulee koostua manuaalisesta tai työkaluilla suoritettavasta mittauksesta, jonka tulos perustuu ennalta määritettyihin kriteereihin. Toistuva mittaus voidaan tehdä työkaluilla, mutta vaikeissa tapauksissa voidaan turvautua myös asiantuntijan arviointikykyyn.

Tietovirheet löydetään yleensä sattumalta, kun dataa prosessoidaan. Datavirheet korjataan yleensä vain, mikäli käyttäjän taidot ja työn vastualueet sen sallivat. Jos virheenkorjauksia tehdään vain käyttäjien ilmoituksesta, tunnistamattomien virheiden määrä kasvaa jatkuvasti. Tästä syystä on tarpeellista etsiä virheitä jatkuvasti ja järjestelmällisesti. Jatkuva tutkimista voidaan tehdä esimerkiksi datan profilointityökaluilla tai SQL-kieltä hyödyntäen. [Aljumaili; Karim & Tretten 2016: 4-5.]

## 2.2 ISO 8000: Informaation arvon määrittäminen

Luottamus on tiedon arvoon vaikuttava ominaisuus, joka perustuu informaation yksiselitteisyyteen ja todennettavuuteen.

Relevanttius on datan ulkopuolelta tuleva ominaisuus. Samalla tiedolla voidaan tehdä päätöksiä yhdessä tilanteessa, mutta toisessa yhteydessä tiedon laatu ei välttämättä ole riittävä käyttöön.

Tiedon edustus on myös ulkopuolelta tuleva ominaisuus. Se kuvaa tiedon yleiskäytettävyyttä eri kontekstissa.

Ajantasaisuus on tärkeä arvoon vaikuttava ominaisuus. Kaikissa tapauksissa ajantasaisuus ei ole tärkeää, mutta se voi myös olla myös ratkaiseva tekijä. [Benson 2019: 3.]

## 2.3 ISO 8000: Datan ominaisuudet

### 1. Muoto (syntaksi)

Datan muotoon voidaan vaikuttaa käyttämällä pakkaus- ja viittaustekniikoita. Näillä tekniikoilla voidaan vähentää tiedon tallentamiseen tarvittavaa fyysistä tilaa. Salausta voidaan käyttää rajoittamaan tai estämään pääsyä tietoon. Datan muodon manipulointi voi väärinkäytettynä johtaa datan peruuttamattomaan vahingoittumiseen. Tiedon tallennusmuodon ja sijainnin tietäminen on tärkeää, jotta voidaan varmistaa informaation säilyvyys tallennettuna. [Benson 2019: 14.]

### 2. Koodaus (semantiikka)

Tiedon nimikkeillä ja koodistoilla tallennetaan datan merkitys. Oletus että tietomerkinnot ja koodaukset ovat yleispätevästi ymmärrettäviä on syy tiedon laadun heikkenemiseen.

Tieto heikkenee järjestelmällisesti, mitä pidemmälle dataa siirretään lähteestä. [Benson 2019: 14.]

## 2.4 ISO 8000: Laadukkaan datan määritelmä

ISO 8000:n mukaan tiedon laatuun vaikuttaa seuraavat periaatteet:

1. Siirrettävyys. Data on muiden sovellusten ja organisaation hyödynnettävissä.
2. Ennalta sovitut vaatimukset toteutuvat.
3. Tiedon syntymisprosessi tunnetaan. Tämä mahdollistaa luetettavuuden arvioinnin.
4. Tarkkuus. Tieto on linjassa todellisuuden kanssa. Tieto on luotu halutulla tavalla.
5. Täydellisyys. Data sisältää kaiken halutun tiedon ja sen liitännäiset.

[Benson 2019: 15.]

## 2.5 ISO 8000 -standardin toteuttaminen

ISO 8000 -standardin perustana on käsitellä dataa asiana, jolla ei ole luonnollista arvoa itsessään, vaan datan arvo on informaation arvo, mikä on tallennettu datan muodossa. [Benson 2019: 13.]

Seuraavat toimenpiteet tulee suorittaa, mikäli organisaatio haluaa toteuttaa ISO 8000 -standardin.

- Toteuttaa hallinnolliset prosessit tiedon laadun ylläpitämiseen, jotka sisältävät vähintään: datan prosessoinnin, datan laadun mittaamisen ja korjaamisen, datan skeeman suunnittelun, mittaamisen kriteerien asettamisen, virheiden vaikutusten analysoinnin, datan laadun suunnittelupalaverin ja datan arkkitehtuurin hallinnan
- Määrittää roolit ja vastuuhenkilöt organisaatiossa.
- Sisällyttää datan laadunhallinta organisaation liiketoimintaprosessien kuvaukseen.

[Aljumaili; Karim & Tretten 2016: 3.]

#### 2.5.1 Tiedon laadun mitat standardin ISO 25012 mukaan

ISO-standaarissa tiedon laadun mitat jaetaan viiteentoista ominaisuuteen, joita tarkastellaan kahdesta eri näkökulmasta: luontaisesta ja järjestelmäriippuvaisesta.

Luontaisessa näkökulmassa tarkastellaan, missä määrin datan laatuominaisuuksilla on luontainen tapa tyydyttää käyttäjän tarpeet, kun tietoja käytetään tutkittavissa olosuhteissa. Luontainen näkökulma keskittyy tiedon laadussa itse tietoon: esimerkiksi arvojen paikkansapitävyyteen ja niiden johdonmukaisuuteen.

Järjestelmäriippuvaisella tiedon laadulla tarkoitetaan tilaa, jossa tieto on järjestelmässä. Tiedon laatu saavutetaan järjestelmien kyvyillä ja sen tilaa arvioidaan järjestelmän toimivuuden mukaan. [Aljumaili; Karim & Tretten 2016: 3.]

Table 1. Data quality model characteristics [6].

Characteristics	DATA QUALITY	
	Inherent	System dependent
Accuracy	X	
Completeness	X	
Consistency	X	
Credibility	X	
Currentness	X	
Accessibility	X	X
Compliance	X	X
Confidentiality	X	X
Efficiency	X	X
Precision	X	X
Traceability	X	X
Understandability	X	X
Availability		X
Portability		X
Recoverability		X

Kuva 1 Datan laadun ominaisuudet [Aljumaili; Karim & Tretten 2016: 3.]

### 2.5.2 Tietoarkkitehtuuri

Tietoarkkitehtuurin taso kuvaillaan ISO 8000 -standardissa. Toteuttaakseen standardin tietojen tulee sisältää metatietoa tiedon alkuperästä, tietojen tarkkuudesta ja täydellisyydestä. Tietojen käsitteet löytyvät datasanakirjasta. Data noudattaa määriytyksiä ja sääntöjä. Määrittelyissä on otettu huomioon datasanakirjan käyttö koodattujen tietojen käytössä. Tietoarkkitehtuurissa määritetään ensisijaiset käsitteet asioille, ja ne löytyvät datasanakirjasta. Se myös esittelee oikean syntaksin käytön. [Aljumaili; Karim & Tretten 2016: 4-5.]

### 2.5.3 Tietovaatimuslausunto

Tietovaatimuslausunto on luettelo vaadittavista tiedoista ja vaatimuksista, joita dataan kohdistuu. Vaatimuksia voivat olla esimerkiksi muotoilu tai validointisäännöt.

Dataa pyydetessä on annettava lista kaikista pyydetävistä tiedoista. Tietoa toimittaessa on hyödyllistä listata kaikki elementit ja validointisäännöt, jotka toimitetaan datan mukana. Näiden tietojen pohjalta voidaan luoda tietovaatimuslausunto, jota voidaan käyttää varmistamaan, että data on varmasti tarvittavan laadukasta. [Benson 2019: 16.]

#### 2.5.4 Tiedon siirrettävyyden määritelmä

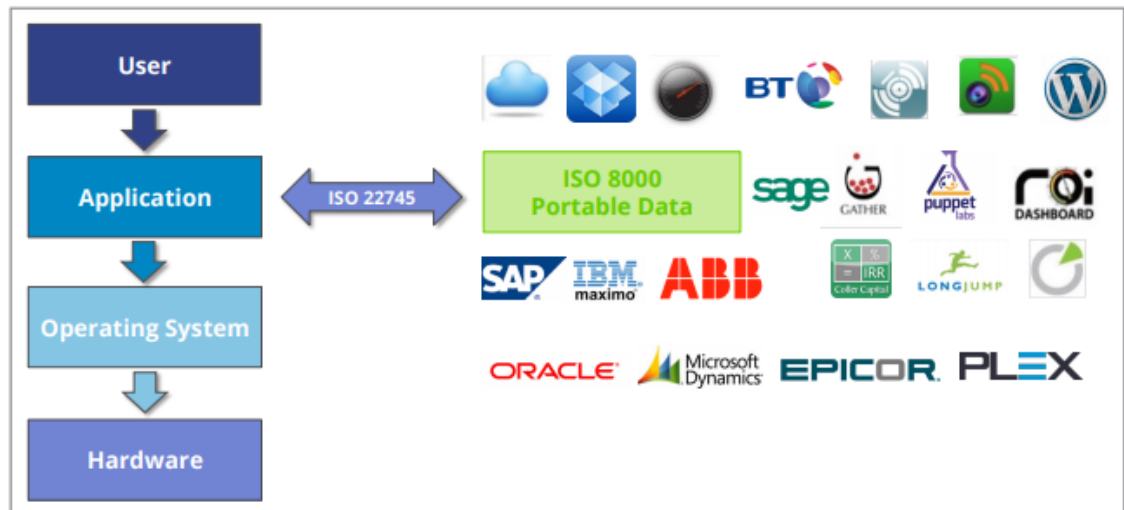
Useimmat liiketoimintasovellukset tallentavat tietoja kyseisen sovelluksen omilla koodistoilla ja nimikkeillä. Tämä tarkoittaa sitä, että data on käyttökelpoista vain kyseiselle sovellukselle. Jotta voidaan saavuttaa universaali muoto hyödyntämiselle, voidaan datasta tehdä ISO 8000 -yhteensopivaa.

Standardin toteuttava tieto julkaistaan sisältäen tarvittavat tiedot syntaksista, koodistoista tai muu oleellinen metatieto sen kokonaisvaltaiseen käyttöön millä tahansa sovelluksella. Koodistot ja nimikkeet voivat olla joko sisällytetty tietueeseen tai niihin voidaan viitata toiseen sijaintiin.

Mikäli data ei ole siirrettävissä, sovelluksen toimittaja päättää, miten tietoa jaetaan. Sovelluksen toimittaja hallinnoi, kuka tietoon pääsee käsiksi. Tämänkaltaisen tieto on lukittua tietoa.

Kun tietoa pyritään lähettämään ISO 8000 vaatimuksien mukaisesti on sovellukselta aina pyydettyä vaadittu sertifikaatti. Suurin osa liiketoimintasovelluksista pystyy mukautumaan tähän standardiin, ja monet toteuttavat sitä tietämättään. Sovelluksen tarjoajat voivat halutessaan sertifioida sovelluksensa ilman kolmannen osapuolen auditointia. [Benson 2019: 15-16.]





ISO 8000 Quality Data is **portable data**. It is independent of the software application and accessible by any application.

Kuva 2 Datan yhteensopivuus [Benson 2019: 16.]

### 2.5.5 ISO 8000: Datan tunnisteet

ISO 8000 Osa 115 (8000-115) keskittyy tunnisteisiin ja tunnuksiin. Tunnisteet ovat erityinen tietotyyppi, joita esiintyy kaikkialla maailmassa. Tunnisteita ovat esimerkiksi sosiaaliturvatunnus, puhelinnumero tai ajoneuvon rekisterinumero. Teollisuudessa oleellisia tunnisteita on erä- ja sarjanumerot.

Yksi tunnisteiden suurista ongelmista on niiden määrä. Uusia tunnisteita luodaan jatkuvasti, ja niiden sekoittaminen on täten helppoa. ISO 8000-115 -standardissa tunnisteella on etumerkki, joka kuvaa, kuka tunniste on luonut. Tunnisteiden ylläpitoon on tarjolla yleisiä tietokantoja. [Benson 2019: 18.]

### 3 Mikä on Lean

Lean on ideologia, joka pyrkii tehokkaaseen tuotantoon missä vain asiayhteydessä. Lean-ajattelu on lähtöisin Toyota Production System -mallista. Lean-filosofiassa jokainen resurssi, joka ei tuota asiakkaalle arvoa, luokitellaan hukaksi. Keskeinen ajatus Lean-mallissa on säilyttää ja tuottaa arvoa vähäisemmällä työmäärällä. Pienemmän työmäärän täytyy olla paremmin optimoitua ja tehokkaampaa, jotta se tuottaa vaadittavan määrän arvoa asiakkaalle. Ajattelun täydellinen onnistuminen pyrkii hankkiutumaan, josta hukasta eroon tai vähintään minimoimaan ne.

Tärkeä tekijä tämän ajatuksen onnistumisessa, on saatava jokainen työntekijä saavuttamaan mahdollisimman suuri potentiaalin työssään. Tämä kasvattaa automaattisesti työntekijän osuutta Lean-ajattelun toteutumisessa. Työntekijän potentiaalin ja voimaantumisen maksimaalinen saavuttaminen pohjautuu arvostuksen näyttämisestä toisia ihmisiä ja työtä kohtaan. Lean-ajattelussa arvostus kuuluu osoittaa työkavereille, yhteiskunnalle, esimiehille ja myös loppuasiakkaalle.

Arvostuksen lisäksi ihmispotentiaalin maksimoinnissa jokaisen prosessin ja työntekijän jatkuva kehitys on avaintekijä onnistumisille. Johdon on koulutettava työntekijöitä kehittymään ongelmien ratkaisussa, mikä tärkeä taito työnteossa. Työntekijän kehityksen mahdollistaminen kasvattaa työntekijöitä yksilöinä ja nostaa ammattitilpeyttä onnistumisten ja jatkuvan vaivannäön avulla [What is Lean? 2019].

#### 3.1 Leanin historia

Lean-mallin alkuperä löytyy jo 1900-luvun alusta teollisen tuotannon alkua ajoilta. Ford oli ensimmäinen onnistunut yritys modernista massatuotannosta. Henry Fordin johdolla yritys onnistui tuottamaan suuria määriä standardisoituja tuotteita nopeammin kuin kukaan muu. Mutta ongelmana oli tuotannon joustamattomuus. Tuotanto ei pystynyt sopeutumaan tarpeeksi nopeasti asiakkaan muuttuviin tarpeisiin vaan saatiin vain erittäin rajoituilla ehdoilla valmistettua tuote.

Toyotalla oli Japanissa erilaiset vaatimukset kuin Fordilla. Toyotan piti pystyä tuottamaan useaan tarpeeseen tuotteita eikä vaan massatuotantoa yhdellä mallilla. Tämä johti tuotannon koneiden optimointiin tilausten mukaan ja luomaan systeemejä erilaisiin tarpeisiin. Tuotanto kehittyi sulavammaksi, ja jokainen vaihe jakoi tietoa keskenään seuraavan työvaiheen kanssa. Oleellisen informaation kasvaessa varasto toiminta nopeutui, ylituotanto väheni ja hukkien määrää minimoitiin [History of Lean 2018].

### 3.2 Toyota Production System

Tästä kaikesta syntyi Toyota Production System, josta moderni Lean on peräisin. TPS-ajattelu pohjautuu kahteen pääkonseptiin: Jidokaan ja Just-In-Timeen. Jidokan ideana on pysäyttää toiminta, kun virhe syntyy, jotta viallisia tuotteita ei tuoteta enempää.

Edellytyksenä on työntekijä monitoroimassa tuotantoa ja keskeyttämässä työ heti virhetilanteen syntyessä. Ennen kuin virhe on korjattu, tuotantoa ei voida jatkaa. JIT pyrkii tuottamaan vain vaaditut asiat oikeaan aikaan ja tilatuissa määrissä. Tämä mahdollistaa ylituotannon minimoinnin ja resurssien hukan vähentämisen [What is Lean? 2019].

### 3.3 Mikä on Kaizen

Kaizen on japanilainen sana, jossa kai tarkoittaa muutosta ja zen hyvää. Yhdistettynä nämä kaksi sanaa saadaan kaizen, joka voidaan kääntää 'muutos parempaan' tai 'jatkuva kehittyminen'.

Kaizen ajatusmaailma on tärkeä osa Lean-ideologiaa. Kaizen koskee yrityksessä jo-kaista työntekijää johtoportaasta työharjoittelijaan ja jokaisen on pyrittävä jatkuvaan kehitykseen. Kehitys ei lopu yhteen onnistumiseen tai prosessin päivitykseen. Kehitys on jatkuvaa pienien muutoksien tekemistä läpi työuran. Kaikki yrityksessä osallistuvat etsimään osa-alueita, joita voidaan parantaa yksilöinä tai tiiminä. Aina on mahdollista kehittää prosessia, jonka avulla voidaan vähentää hukkaa ja kehittää tuottavuutta. Tällöin on tarpeelliset toimenpiteet suoritettava. Kaizen etsii, miten tehdään toimivista prosesseista parempia eikä vaan korjata rikkinäisiä, mikä on iso ero länsimäiseen lähestymiseen liiketoiminnassa [What is Kaizen? 2015].

### 3.4 10 Kaizen-periaatetta

Kaizen-ajattelu voidaan jakaa kymmeneen perusperiaatteeseen, jotka tukevat toisiaan ja mahdollistavat jatkuvan positiivisen kehityksen tapahtumisen.

Ensimmäinen periaate on jatkuvan kehityksen filosofia yrityksen toimintaan. Kun yritys aloittaa toteuttaa Kaizen-ajattelua, tulee jokaisen yrityksessä tiedostaa, että kehitystä ei lopeteta, vaikka tulos olisi hyvä tai tyydyttävä. Aina on etsittävä alueita, joissa voidaan parantaa prosesseja ja minimoida hukka.

Toinen periaate on poistaa vanhentuneet menetelmät toiminnasta. On hyödyllistä analysoida yrityksen nykyiset menetelmät ja tunnistaa myös erinomaisesti toimivat ratkaisut.

Teknologian nopean kehityksen vuoksi on mahdollistaa löytää tehokkaampia ratkaisuja ja parantaa tulosta, mutta ei ole suositeltavaa päivittää vain päivittämisen vuoksi.

Kolmas periaate on oltava aina aktiivinen. Aktiivinen yritys on edellytys jatkuvan kehityksen mahdollistamiselle. Jokaisen työntekijän yrityksessä on omaksuttava aktiivinen lähestyminen kehitystä kohtaan ja kannettava vastuu itsensä ja toiminnan kehittämisestä eikä päästettävä tekosyitä tielle. On helppoa suunnitella ja spekuloida, mutta muutos rakennetaan toiminnallisella suunnitelmalla ja toistoja tekemällä.

Neljäs periaate on olla olettamatta uuden menetelmän paremmuus. Uusi ratkaisu ei ole aina parempi. On vaarallista olettaa uuden aina muuttavan vanhan tehokkaammaksi varsinkin ilman todistettavia näyttöjä. Kehitys on haastavampaa kuin jatkuva vanhan menetelmän päivittäminen. Kun uusia menetelmiä testataan, löytyy heikompia ja tehokkaampia ratkaisuja. Tämän prosessin avulla löytyy uusista ratkaisuista yritykselle parhaiten sopivat.

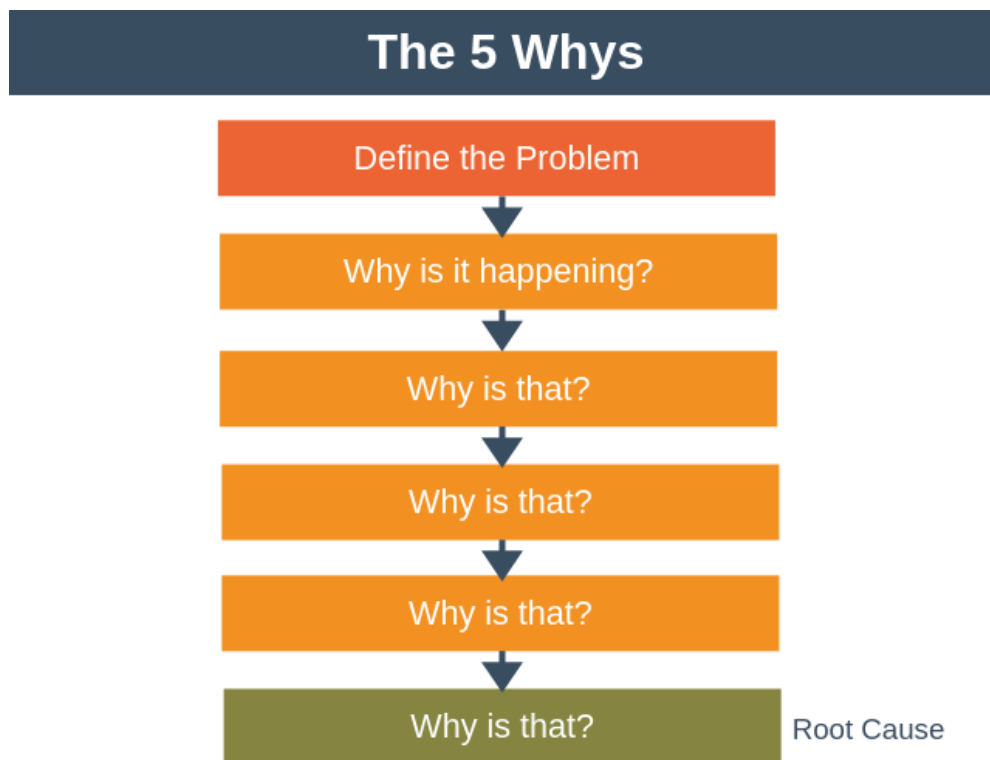
Viides periaate on korjausten tekeminen. Kehitys missä vain toiminnassa edellyttää yrityksiä ja erehdyksiä. Prosesseja on tutkittava analyttisesti ja etsittävä korjausmahdollisuuksia. Osa korjauksista tulee epäonnistumaan, mutta tämän avulla työntekijät oppivat, mikä ei toimi ja kehittyvät entisestään.

Kuudes periaate on antaa jokaisella yrityksessä mahdollisuus esittää mielipiteensä. Yritykset ovat täynnä ammatilaisia. Jokaisella työntekijällä on oltava mahdollisuus esittää oma kehitysehdotuksensa, jos he kohtaavat sen työssään. Ideoiden jakaminen ja kehityksen tekeminen ei edellytä esimiestehtäviä vaan osaamista ja mielenkiintoa työhön.

Seitsemäs periaate on etsiä vaihtoehtoisia mielipiteitä ongelmiin. Ennen minkään muutoksen käyttöönottoa on hyödyllistä kerätä useampi mielipide ratkaisuun. Useamman mielipiteen kuunteleminen voi löytää muutosehdotuksesta virheen tai uuden paranuksen. Eri ammattilaisten mielipiteiden kuunteleminen tuo uusia näkökulmia ongelmanratkaisuihin.

Kahdeksas periaate ennen lopullista päätöksentekoa analysoi ongelma käyttäen viisi miksi-mallia. Mallin tarkoituksena on löytää ongelman todellinen syy kysymällä, miksi

edellisen kysymyksen vastaukseen ja toistettava tämä prosessi viisi kertaa. Esimerkki ongelmana asiakkaalle luvattua tuotetta ei ole toimitettu ajoissa.



Kuva 3. 5 Kysymystä [The 5 Whys]

1. Miksi tuotetta ei ole toimitettu ajoissa? Koska tuote ei ollut valmis sovittuun päivämäärään mennessä.
2. Miksi tuote ei ollut valmis sovittuun päivämäärään mennessä? Koska tilauksen tekeminen oli vielä kesken.
3. Miksi tilausta tehtiin edelleen? Koska tiimissä oli uusia työntekijöitä, jotka eivät tunteneet kaikkia työvaiheita.
4. Miksi uudet työntekijät eivät tunteneet tarvittavia työtehtäviä? Koska heidän työtehtävien perehdytyksessä oli puutteita.

5. Miksi perehdytyksessä oli puutteita? Perehdytyksestä vastaavalla on liikaa työtehtäviä jo ennestään.

Kuva 3 mukaan suoritettu kysymyssarja todistaa, miten ongelmien syynä voi olla jotain aivan muuta kuin yleisimmät oletukset ovat. Tämän prosessin avulla päästään lähemmäs ongelman syyn aiheuttajaa ja löydettyyn ongelmaan voidaan luoda ratkaisu.

Yhdeksäs periaate on taloudellisuus. Yrityksen on tarkkailtava talouden tilannetta aktiivisesti samalla, kun muita prosesseja pyritään kehittämään. Aina on etsittävä mahdollisuuksia säästää menoissa. Säästöjen uudelleen investointi prosesseihin, jotka ovat kehityksen alaisina parantaa tulosta ja avaa uusia investointimahdollisuuksia.

Kymmenes periaate on: älä koskaan pysäytä kehitystä. Jatkuva toiminnan kehittäminen on prosessi, jota ei saa lopettaa niin kauan kuin liiketoimintaa harjoitetaan. On lähes mahdotonta päästä tasolle, jolloin kaikki on täydellistä eikä mitään tarvitsisi enää parantaa. Kehityksessä ei ole rajoja, joten aina löytyy osa-alueita, joita voidaan parantaa entistään [What is Kaizen? 2019].

### 3.5 Lean-ajattelun seitsemän hukkaa

Lean-ajattelun mukaan prosessi joko lisää tai vähentää arvoa tuotteeseen tai palveluun. Hukkien minimointi-idea on peräisin Toyota Production System -ajattelusta, mikä on yksi Lean-ideologian perusteista. Lean-mallin mukaan pyritään minimoimaan prosessit, jotka eivät tuota positiivista arvoa ja tämän avulla tehdään liiketoiminnasta kannattavampaa. Mutta on huomioitava, että yritykset joutuvat suorittamaan prosesseja, joista syntyy hukkaa, mutta ne ovat yleensä välttämättömiä prosesseja.

Välttämätön hukka ei lisää suoraa arvoa, mutta se on suoritettava, jotta palvelu tai tuote tyydyttää asiakkaan vaatimukset. Prosessin testaaminen ei tuota suoraa arvoa sen aikana, mutta huolellinen pilottivaihe on suoritettava, jotta varmistetaan että, prosessi on luotettava ja toimii kuten vaaditaan. Välttämättömät ja arvoa tuottamattomat hukat ovat haitallisia yrityksen tulokselle. Lean-filosofian mukaan näitä hukkia on seitsemän, jotka

on listattu kuvaan 4. Aina on pyrittävä joko minimoimaan tai poistamaan hukat kokonaan, koska ne eivät tuota liiketoiminnalle mitään positiivista arvoa [7 Waste of Lean: How to optimize resources 2019].



Kuva 4 Lean seitsemän hukkaa [7 Wastes of Lean: How to optimize resources]

### 3.5.1 Ylituotanto

Ylituotanto on tilanne, jossa tuotetaan enemmän kuin onnistutaan myymään. Tämän takia tuotettu tavara jää varastoon odottamaan, eikä se tuota silloin mitään arvoa yritykselle. Ylituotannon takia varastossa olevat tavarat eivät ole aina yritykselle hyödyllisiä, koska tuotteita ei välttämättä saada myytyä, ja niiden säilyttäminen voi myös maksaa huomattavia määriä. Puutteellinen suunnittelu ja epätasapainot tuotannossa ovat yleisiä syitä tämän hukan toteutumiseen.



### 3.5.2 Yliprosessointi

Yliprosessointi on tarpeetonta työtä, joka ei lisää tuotteen arvoa. Yliprosessointi syntyy usein puutteellisten ohjeiden takia, tai kun työtä ei ole suunniteltu huolellisesti. Kun tuotteeseen lisätään ominaisuuksia, joita asiakas ei käytä ne luokitellaan arvoa tuottamattomiksi ominaisuuksiksi. Kyseinen toiminta on myös yliprosessointia. Tarpeeton dokumentointi ja ylimääräiset palaverit voivat kategorisoida myös tämän hukan alle. Prosessien standardointi ja analysoiminen on tehokas työkalu yliprosessoinnin vähentämiseen.

### 3.5.3 Odottaminen

Odottaminen on kuin työntekijä tai laite, ei tee mitään. Kun prosessi pysähtyy syyn takia, jota työntekijä tai kone ei aiheuta, syntyy hukkaa. Työntekijöiden, työkalujen, informaation odottaminen ovat kaikki esimerkkejä hukasta. Viestintään panostaminen voi auttaa odottamisen vähentämisessä.

### 3.5.4 Kuljetushukka

Kun mitä vaan ihmisestä dataan siirretään tarpeettomasti, syntyy kuljetushukkaa. Väärään paikkaan kuljettaminen tai ei-optimoidun reitin käyttö ovat yleisiä esimerkkejä kuljetushukasta. Kaikki tarpeeton kuljettaminen heikentää yrityksen tulosta, hidastaa prosesseja ja vaikuttaa negatiivisesti asiakastytytyvyyteen. Etäisyyksien minimointi, toimipisteiden uudelleen sijoittaminen ja lähetysten tiheys ovat mahdollisia ratkaisuja kuljetushukan vähentämiseen.

### 3.5.5 Varaston hukka

Varaston hukka syntyy, kun varastossa on liikaa valmiita tuotteita ja raaka-aineita odottamassa. Yleisiä syitä hukalle on ylituotanto ja suunnittelun puutteellisuus. Resurssien säilyttäminen maksaa yritykselle ja siitä voi seurata muita ongelmia, jotka kertautuvat kuten ylimääräistä odottamista. Viestintään investoimalla voidaan tiedostaa tarkemmin tilausten tarjonnan ja kysynnän tasapaino, minkä avulla varaston määrää on helpompi hallita.

### 3.5.6 Liikehukka

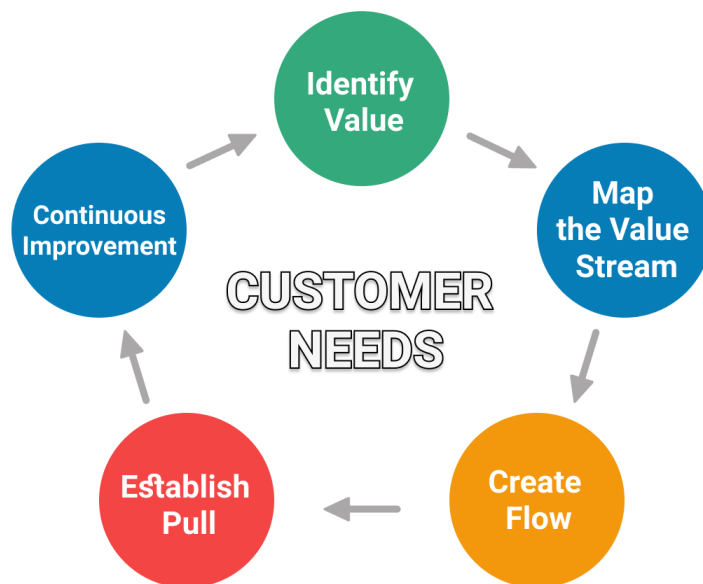
Kaikki ylimääräinen työntekijöiden ja koneiden liike on hukkaa mikä ei tuota arvoa. Tarpeeton etsiminen ja siirtyminen ovat yleisiä liikehukkaa. Yleinen syy hukan synnylle työasemien ja prosessien puutteellinen suunnittelu. Työasemien ja prosessien optimointi vähentää hukattua aikaa oli kyseessä esimerkiksi kävelyetäisyys tai dokumenttien siirto-prosessi.

### 3.5.7 Laatuvirhehukka

Jokainen viallinen tai laatuvaatimukset täyttämätön tuote aiheuttaa lisäkustannuksia, koska viallinen tuote luo lisätyötä. Tuote joudutaan joko korjaamaan tai korvaamaan kokonaan uudella tuotteella. Syy vialliseen tuotteeseen on yleensä työntekijän tai laitteiston aiheuttama. Viallisen tuotteen aiheuttama prosessi on löydettävä, jotta virhe ei pääse kertautumaan ja aiheuttamaan yritykselle suurempaa vahinkoa. Prosessien jatkuvalla parantamisella voidaan vähentää viallisten tuotteiden määrää, mutta niitä on mahdotonta poistaa kokonaan [Identifying and Eliminating The Seven Waster or Muda 2003: 1-4].

### 3.6 Leanin viisi periaatetta

Lean pitää sisällään viisi periaatetta, joiden ympärille Lean-ideologia perustuu. Kuvassa 5 on kaikki viisi periaatetta ja niistä ilmenee, miten ne ovat sidoksissa toisiinsa



Kuva 5 Leanin viisi periaatetta [The core 5 principles of implementing lean]

#### 3.6.1 Arvo

Tuotteen tai palvelun arvo on, mitä asiakas on valmis maksamaan siitä. Ennen tuotteen valmistusprosessin aloittamista on arvioitava, paljonko arvoa valmis tuote tuottaa. Lean-ajattelun mukaan on määriteltävä, mitä asiakas tarvitsee ja haluaa. Tämän jälkeen mietitään, miten asiakas hyötyy tuotteesta ja mitä saadusta hyödystä realistisesti voi pyytää. Esimerkiksi kyselyiden ja vertailun avulla voidaan etsiä asiakkaan tarpeita ja myös luoda tarpeita asiakkaille informaation avulla.

### 3.6.2 Arvovirtakuvaus

Kun on määritelty, mitä arvo tarkoittaa asiakkaalle kyseisessä asiayhteydessä, voi siirtyä seuraavaan Lean-periaatteeseen. On määriteltävä kaikki vaiheet tuotteen suunnittelusta, kunnes asiakas saa lopputuotteen. Kyseinen vaihe on arvovirtakuvaus.

Sen tehtävänä on helpottaa visualisoimaan kaikki työprosessin vaiheet. Tavoitteena on analysoida jokainen prosessi ja määrittää, tuottaako se arvoa vai onko prosessi hukkaa aiheuttava. Hukkaa aiheuttavat prosessit pyritään minimoimaan tai poistamaan kokonaan, koska ne eivät tuota arvoa tuotteelle.

### 3.6.3 Optimoiminen

Kun arvovirtakuvauksesta on poistettu tai minimoitu kaikki hukkaa aiheuttavat prosessit, voidaan aloittaa sen optimoiminen. Optimoimalla pyritään muuntamaan prosessi mahdollisimman sulavaksi. Tätä varten on etsittävät vaiheet, jotka voivat hidastaa prosessin toteutumista ja hiottava niitä sulavammiksi. Mahdollisia esimerkkiratkaisuja koko prosessin parantamiseen ovat työmäärän uudelleenjakaminen ja työvaiheiden uudelleenjärjestäminen

### 3.6.4 Imun luominen tuotantoon

Työtä voidaan kärjistettynä tehdä, joko tarpeen mukaan tai ennakkoon. Imuajattelussa työtä tehdään vain, kun siihen on kysyntää ja on resursseja vapaana. Ideana on tehdä mahdollisimman paljon työtä silloin, kun työlle on kysyntää. Tämän ajattelun mukaan työtä tehdään minimaalinen määrä ennakkoon, kunnes tilaus on saatu. Onnistuneen imun avulla vältetään ylituotantoa ja hukkaan tehtyä työtä, mille ei ole varmaa kysyntää.

Saavuttaakseen tehokas imumalli työtehtävät on sijoitettava tärkeysjärjestykseen ja aina aloitettava tärkeimmästä tehtävästä [The Core 5 principles for Implementing Lean 2019].

### 3.6.5 Täydellisyyteen pyrkiminen

Suoritetun neljän vaiheen avulla työstä on onnistuttu poistamaan useita hukkia ja tehty siitä entistä kannattavampaa. Mutta kehitys ei lopu kerran suoritettuun sykliin, jonka tavoite oli kehittää työtä. Lean-ajattelun mukaan kehitykseen on pyrittävä jatkuvasti, joten kun yksi työprosessi on saatu optimoitua toimivammaksi, voidaan siirtyä kehittämään seuraavaa [The Five Principles Of Lean 2017].

## 4 Lean Six Sigma

### 4.1 Mikä on Six Sigma

Six Sigma on järjestelmä, jonka tavoitteena on kehittää prosesseja systemaattisesti ja määrittää tilastollisella analyysillä prosessin virhemarginaali. Six Sigma -ideologia pyrkii minimoimaan variaation prosessissa, koska variaatio mahdollistaa virheiden toteutumisen. Virheille annetut mahdollisuudet riskeeraavat prosessin lopputuotteen tai laadun. Tuote tai prosessi, joka eikä täytä haluttuja standardeja, johtaa todennäköisemmin heikompaan asiakastyytyväisyyteen ja voi heikentää yrityksen kilpailukykyä. Six Sigma pyrkii vähentämään prosessien muuttujien määrää ja mahdollisuuksia virheille. Onnistunut Six Sigma -järjestelmän käyttö vähentää prosessien kustannuksia ja nostaa asiakastyytyväisyyttä, minkä avulla yrityksen kilpailukyky parantuu [Six Sigma a Complete Step by Step Guide 2018: 8].

Six Sigma on pohjimmiltaan tilastoihin perustuva määritelmä sallituista virheiden määrästä prosessissa. Onnistuneessa Six Sigma -prosessissa on vain 3,4 epäonnistunutta prosessia miljoonaa toistoa kohti. Prosenteissa tilannetta katsoessa onnistuneessa Six Sigma prosessissa 99,99966 prosenttia toistoista on virheettömiä. Mutta vaikkei saavutettaisi korkeinta Six Sigma -tasoa, liiketoiminta voi silti olla erittäin kilpailukykyistä.

<b>Sigma Level</b>	<b>Defects per Million</b>	<b>Yield</b>
6	3.4	99.99966%
5	230	99.977%
4	6,210	99.38%
3	66,800	93.32%
2	308,000	69.15%
1	690,000	30.85%

Kuva 1 Six Sigma -taso [Six Sigma]

Analysoitaessa eri asteen onnistumisia käyttäessä Six Sigma -ideologiaa onnistutaan nopeasti tiedostamaan marginaalisen virheen vaikutus prosessiin, jos toistoja tulee tarpeeksi paljon tai prosessi on erittäin kallis. Prosenttiyksikön muutos prosessin onnistumisessa voi muuttaa maailmanluokan yrityksestä voittoa tekemättömäksi tai taloudellisesti kannattomaksi yritykseksi [Six Sigma a Complete Step by Step Guide 2018: 11].

#### 4.2 Six Sigman historia

Tilastolliseen analyysiin perustuvaa laadunhallintaa voidaan löytää jo 1920-luvulta. Walter Shewhart todisti seuraavaa: kun tuote tai prosessi on kolme yksikköä yli tai alle halutun viitearvon tuote täytyy tehdä uudestaan läpäistäkseen vaaditut laatuvaatimukset. Motorolan työntekijät loivat modernin version Six Sigmasta, ja se syntyi 1980-luvulla. Motorolalla oli vaikeuksia pärjätä globaalissa kilpailussa japanilaisten kannattavuutta ja laatua vastaan. Motorola kuitenkin onnistui pienentämään virhemarginaalin ideaaliselle tasolle. Tämän ansiosta se onnistui välttämään suuret tappiot ja mahdollisen konkurssin. Motorola on ilmoittanut säästäneensä yli 16 miljardia dollaria Six Sigma -metodilla, ja muutkin menestyneet firmat kuten General Electric kehuu Six Sigman parantaneen yritystensä tulosta.

Six Sigman historiassa on ollut kolme merkittävää muutosta eteenpäin. Ensimmäinen ja alkuperäinen versio Six Sigmasta keskittyi virheiden minimoimiseen. Seuraava versio Six Sigmasta keskittyi kustannusten vähentämiseen. Kolmannen sukupolven Six Sigma pyrkii luomaan yritykselle arvoa pääprioriteettina. Painotuksen kehittyminen ei tarkoita, että edelliset menetelmät otetaan pois käytöstä mutta niihin lisätään uutta ulottuvuutta ja kehitetään paremmaksi versioksi.

Yli kolmen vuosikymmenen aikana tapahtuneen kehityksen ansiosta Six Sigma -ideologia ei rajoitu enää vain tuotantoyrityksiin. Six Sigmaa käytetään nykyään finanssialalla, sairaaloissa ja lukuisilla muilla aloilla. Lähes jokainen prosessi voidaan optimoida ja kehittää Six Sigman avulla. Six Sigma on kasvanut tuotannon virheiden minimoinnista liiketoimintamalliksi, jota voi hyödyntää monipuolisiin tarpeisiin [Six Sigma White Belt Lesson 2: Six Sigma History: 1-3].

#### 4.3 Kolmannen sukupolven Six Sigma

2000-luvulla yrityksen käyttäessä Six Sigmaa on usein kyseessä kolmannen sukupolven Six Sigma. Laatujärjestelmää hyödyntävä yritys käyttää alkuperäisiä ideoita virheiden ja kustannusten minimointiin, mutta pyrkii myös löytämään keinoja luomaan arvoa yritykselle. Liiketoiminnan tuotannon puolelta voi olla hyvin vaikea löytää enää merkittäviä kilpailullisia etuja kilpailijoihin, sillä tuotannon tehokkuuden optimointi on ollut yleinen fokuksen kohde jo usean vuosikymmenen ajan. Kilpailu ja kehitys ovat lähihistorian aikana muuttanut epätehokkaista yllättävän tehokkaiksi. Yritykset, jotka eivät pysyneet muutoksen mukana, ovat poistuneet markkinoilta, joten on etsittävä uusia kehityskohteita luodakseen arvoa yritystoiminnalle.

DFSS (design for Six Sigma) keskittyy yhdistämään yrityksen koko liiketoiminnan hyödyntämään Six Sigma -ajattelua ja löytämään kehitettävät alueet suunnittelun kautta. Iso osa liiketoiminnan kuluista määräytyy prosessin suunnitteluvaiheessa, joten suunnitteluun sijoittamalla on mahdollisuus löytää enemmän osa-alueita, joiden avulla voidaan parantaa liiketoiminnan kannattavuutta. Onnistunut suunnitteluvaihe hyödyntää Six Sigma DMAIC -mallia ongelman ratkaisuun. Suunnittelun on tärkeätä priorisoida loppu-



prosessin luotettavuutta ja kestävyyttä. Kestävyydellä tarkoitetaan, kuinka paljon mahdollisia ongelmatekijöitä prosessi kestää suorituksen aikana. Prosessin luotettavuus vaikuttaa asiakkaan tyytyväisyyteen ja tuotteen maineeseen. Luotettavuus ja tuotteen elinikä ovat tärkeitä tekijöitä asiakastyytyväisyyden kannalta. Tuotteen luotettavuuden määrittää pääosin tuotteen suunnitteluvaihe eikä tuotantovaihe [Montgomery 2005: 1-2].

#### 4.4 DFSS – Design for Six Sigma

Asiakaslähtöisen suunnittelun tarkoituksena on onnistua siirtämään asiakkaan tarpeet suunnittelun ratkaisuihin. Yleensä suunnittelun jälkeen prosessin toteuttaminen voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen.

Ensimmäinen on pyrkiä luomaan konsepteista totta. Toinen on löytää ratkaisu, jonka avulla lopputuote tyydyttää asiakkaan tarpeet DFSS pyrkii yhdistämään eri osa-alueiden osaamista, minkä avulla tavoitellaan suunnitteluprosessin saamista oikeaan suuntaan heti alusta lähtien. Mikäli tässä onnistutaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, pystytään vähentämään kustannuksia, sillä suunnittelua ei jouduta tekemään uudestaan useita kertoja.

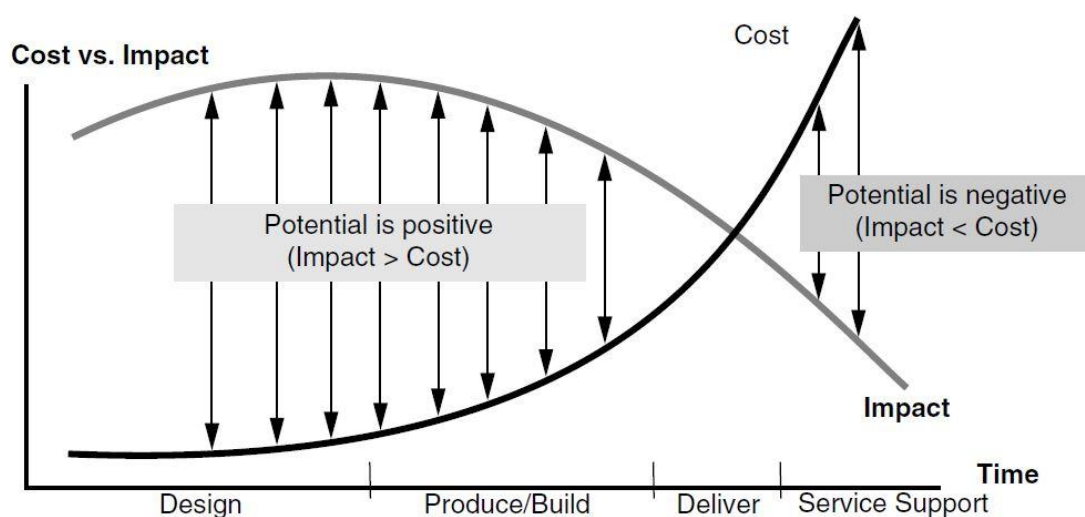
Six Sigma -taso saavutetaan DFSS-asiayhteydessä, kun suunnittelun heikkouden vaikutus lopputulokseen on erittäin pienellä tasolla. DFSS-ajattelumallissa pyritään ennustamaan mahdollisia suunnittelun haasteita ja heikkouksia etukäteen. Tämän onnistuminen edellyttää yritykseltä erittäin analyyttistä lähestymistä prosessin suunnitteluun [Yang & El-Haik 2003: 49-52].

#### 4.5 DFSS:n käyttö tuotesuunnittelussa

DFSS kiinnittää huomiota osa-alueisiin, joihin ei tyypillisesti investoida niin paljon prosessin suunnitteluvaiheessa. Suunnittelun mahdollisia virheitä on vaikea löytää, jos sii-

hen ei ole systemaattista lähestymistapaa. Yleiset laadunmittausmittarit kuten suorituskyvyn mittaus ja liiketulos yleisesti antavat palautetta vasta kun prosessi on toiminnassa. Tämä johtaa prosessin suunnittelun kierteeseen, jossa suunnitellaan, testataan, korjataan ja testataan uudelleen.

Yritykset, jotka ovat jatkuvasti kyseisen syklin sisällä, kohtaavat lukuisia haasteita. Yleisiä ongelmia ovat tavallista korkeammat kehityskulut ja pieni etu kilpailijoihin markkinoilla. Tämän jälkeen vielä kaikki korjausratkaisut aiheuttavat lisäkuluja eikä ole varmuutta niiden tehokkuudesta, kun ongelmien ratkaisuun ei lähestytty tarpeeksi analyyttisesti. Yleiset suunnittelumenetelmät edustavat parhaaksi todettuja ratkaisuja, mutta ratkaisut perustuvat suunnittelijoiden mielipiteisiin, eivätkä ne perustu dataan ja analyysiin kuten Design for Six Sigma -ratkaisut. DFSS:n avulla priorisoidaan prosessin suorituksen parantamista suunnittelusta lähtien eikä vasta, kun prosessi on jo tuotannossa.



Kuva 2. Suunnittelun vaikutus tulokseen [Yang & El-Haik 2003: 54]

Mitä aikaisemmassa vaiheessa investoidaan resursseja prosessin suunnitteluun, sitä suuremman potentiaalin tuloksen parantamiselle se omaa. Kun pyritään ennaltaehkäisemään ongelmia eikä odoteta ongelmien syntyä ja sitten vasta yritetään löytää niihin ratkaisua. Tämän avulla mahdollistetaan tuloksen parantaminen. Tätä ajatusmallia tukevat tutkimukset, joiden mukaan suunnitteluvaiheessa tehdyt päätökset vaikuttavat kuluihin eniten, ja jopa 80 prosenttia prosessin hinnasta voi määräytyä suunnitteluvaiheen

aikana. Kuvassa 2 potentiaali ilmaisee suunnittelun vaikutuksen eri vaiheessa mitattua prosessia. Mitä pidemmällä prosessissa ollaan, sitä pienempi vaikutus suunnittelulla on tulokseen. Tässä vaiheessa pääomaa on jo investoitu paljon ja prosessi on toiminnassa. On erittäin kallista ja myös haastavaa tehdä isoja muutoksia tässä vaiheessa, mikä todistaa suunnittelun tärkeyden mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Isot muutokset loppuvaiheessa voivat viivästyä tuotteen toimittamista asiakkaalle, kasvattaa kustannuksia ilman varmuutta parantumisesta ja vaativat usein suuria investointeja [Yang & El-Haik 2003: 54].

#### 4.6 Design for Six Sigma – työvaiheet

Design for Sigma -prosessissa on neljä vaihetta.

1. vaatimusten tunnistaminen
2. suunnittelun kuvaus
3. suunnittelun optimointi
4. suunnittelun vahvistus.

##### 4.6.1 Aloittaminen: Luo projektille pohja

Design for Sigma -projektit ovat joko suunnitteluprojekteja tai tuotteen uudelleen suunnitteluprojekteja. Uudelleen suunnittelussa tulee hyödyntää saatavilla olevaa dataa nykyisestä tuotteesta ja sen toiminnasta. Ensimmäinen vaihe vaatimusten tunnistamisessa on luoda projektille alustava suunnitelma. Erona DMAIC-malliin DFSS-projektit ovat yleensä pitkäkestoisempia ja vaativat suuremman investoinnin. DFSS-projektit ovat yleensä pitkäkestoisia, koska niissä luodaan joko alusta alkaen uusi prosessi tai rakennetaan olemassa oleva prosessi uusiksi. DFSS-projektit suuruutensa vuoksi vaativat myös enemmän analyysityötä tunnistukseen relevantit mittarit suunnittelun optimointia varten, mikä nostaa kuluja verrattaessa DMAIC-projektiin.

#### 4.6.2 Vaihe 1: Tunnista asiakkaan vaatimukset tuotteelle

Asiakkaasta saatavilla oleva data tutkitaan ja analysoidaan hyödyntäen Quality Function Deployment-prosessia ja Kano-analyysia. Tämän jälkeen kerätään hyödyllisimmät Critical-to-Satisfaction mittarit, joiden avulla mitataan ja arvioidaan suunnittelun tilaa. Tämä vaihe sisältää useamman tehtävän.

- Löydetään menetelmä asiakkaan tarpeiden ja halujen keräämiseen.
- Kerätään asiakkaan tarpeet. Muuta tarpeet mitattavaan muotoon.
- Määritetään oleelliset mittarit ja määritä niille hyväksyttävät arvot.

#### 4.6.3 Vaihe 2: Suunnittelun kuvaus

Luonnehtiminen aloitetaan muuttamalla asiakkaan tarpeet prosessin tarpeiksi. Asiakkaan tarpeiden tunnistaminen antaa lähtökohdan tuotteelle, mikä tyydyttää asiakkaan tarpeet, mutta tämä tieto itsessään ei riitä luomaan onnistunutta suunnittelua prosessille. Informaatio on muunnettavat toiminnallisiksi vaatimuksiksi, jotta suunnittelua voidaan jatkaa.

Kun suunniteltavalle prosessille on määritelty toiminnalliset vaatimukset, niin tämän jälkeen voidaan alkaa kehittämään mallia, joka toteuttaa halutut vaatimukset. Yleensä kohdataan kaksi mahdollista skenaariota. Ensimmäisessä skenaariossa olemassa oleva prosessi onnistuu toteuttamaan halutut vaatimukset. Tässä tapauksessa kyseinen vaihe voidaan lähes kokonaan hypätä yli. Toisessa skenaariossa nykyinen prosessi ei onnistu toteuttamaan haluttuja vaatimuksia, joten on luotava uusi malli prosessia varten. Uusi malli voi poiketa huomattavasti aikaisemmasta versiosta. DFSS-työkalut auttavat uusien mallien luomisessa.

Kun on olemassa vaihtoehtoisia malliratkaisuja suunnittelua varten, on aika arvioida jokin malli ja päättää, mitä ratkaisua viedään eteenpäin toteutettavaksi. Valintaan voidaan käyttää eri työkaluja kuten: suunnittelun arviointi ja mahdollisten heikkouksien analysointi. Arviointiprosessin aikana työstettävästä mallista yleensä paljastuu lukuisia heikkouksia. Tämän tiedon avulla ongelmakohtiin etsitään ratkaisu ja prosessi toistetaan, kunnes ongelmat saadaan minimoitua ennalta määritellylle hyväksyttävälle tasolle.

#### 4.6.4 Vaihe 3: Suunnittelun optimointi

Suunnittelun optimoinnin onnistuessa suunniteltava malli toteuttaa toivotut vaatimukset ja toimii Six Sigma -standardin mukaisella tasolla. Mallia viimeistellessä on vielä mahdollista analysoida ja vaihtaa mittareita ennen lopullista ratkaisua. Esimerkiksi tietokonesimulaatiot ja laitteistotestaukset ovat hyödyllisiä työkaluja optimointiasetusten ja suunnittelun löytämiseen. Kyseisen vaiheen jälkeen on vielä suoritettava mallille toleranssitestaukset. Toleranssien testauksessa on tavoitteena luoda loogiset ja hallittavat muuttujat prosessille, jos ei löydy ratkaisua, mallin muuttujien kontrollointia varten vaiheet ensimmäisestä kolmanteen on tehtävä uudestaan.

#### 4.6.5 Vaihe 4: Suunnittelun vahvistaminen

Onnistuneen kolmannen vaiheen jälkeen, jossa on saatu määriteltyä vaaditut mittarit ja toleranssitestit, alkaa neljäs vaihe eli suunnittelun vahvistaminen. Mitään prosessia ei tule päästää lopulliseen käyttöön ilman pilottitestejä, jotta todellinen suorituskky voidaan testata.

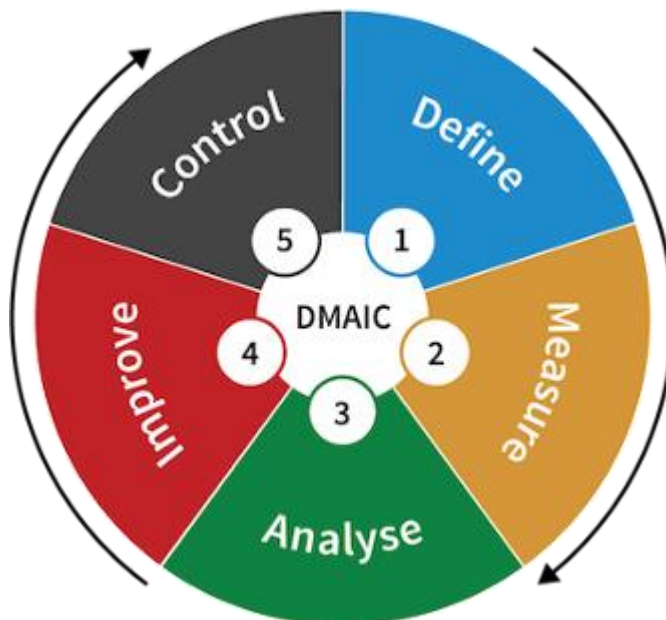
Viimeisessä vaiheessa vielä tarkistetaan, että suunnitellun mallin lopputulos tyydyttää odotetut vaatimukset. On myös varmistettava, että prosessia suorittaessa tärkeät vaiheet onnistutaan toteuttamaan optimointivaiheen vaatimusten mukaisesti.

Kaupallinen käyttö voidaan aloittaa, kun suunniteltu malli on hyväksytty ja vaadittavat prosessikontrollit on luotu. Tässä vaiheessa prosessi voidaan luovuttaa tilaajalle, joka voi olla ulkoinen tai sisäinen asiakas [Yang & El-Haik 2003: 54-58].

## 5 DMAIC ja tiedon laatu

### 5.1 Yleistä

DMAIC on systemaattinen ongelmanratkaisumalli, joka sisältää viisi osaa, kuten kuvasta 5 näkyy.



Kuva 5 DMAIC-malli [When should DMAIC be your go-to problem-solving tool?]

DMAIC-mallia käytetään yleensä prosessin parantamiseen tai ongelman ratkaisuun. Malli yhdistetään usein Six Sigma ajatteluun, mutta sen käyttäminen ei edellytä Six Sigma -tietämystä. DMAIC-mallin viisi osaa on määritä, mittaa, analysoi, kehitä ja ohjaa.

Kaikki prosessin osat tukevat toisiaan kehitystyössä. DMAIC-rakenne helpottaa ongelmanratkaisua ja tekee siitä järjestelmällisempää. Yksinkertaisuutensa takia DMAIC on

erittäin tehokas työkalu parantamiseen ja sillä on saatu aikaan merkittävää kehitystä [Montgomery 2009: 45-48].

## 5.2 DMAIC Määritä - Datan laatu

DMAIC-mallin ensimmäinen malli pyrkii tunnistamaan ongelman, joka luo mahdollisuuden kehittää liiketoimintaa. Määrittelyn ongelman parantaminen pitää olla hyödyllistä yrityksen kannalta tai auttaa asiakkaantarpeiden tyydyttämisessä.

Vaiheeseen kuuluu myös projektikaavion luominen. Kaaviosta tulee vähintään käydä ilmi, miten mitataan projektin onnistumista ja mitä hyötyä projektista on yritykselle. Muuta oleellista tietoa on alustava aikataulu ja tarvittavat lisätoimenpiteet onnistumista varten. Valmiin kaavion jälkeen ryhmän on analysoitava mahdolliset haasteet, jotka voivat estää projektin toteutumisen. Viimeinen osuus on pohtia suunnitelman realistisuutta ja toteutus mahdollisuutta [Montgomery 2009: 49-50].

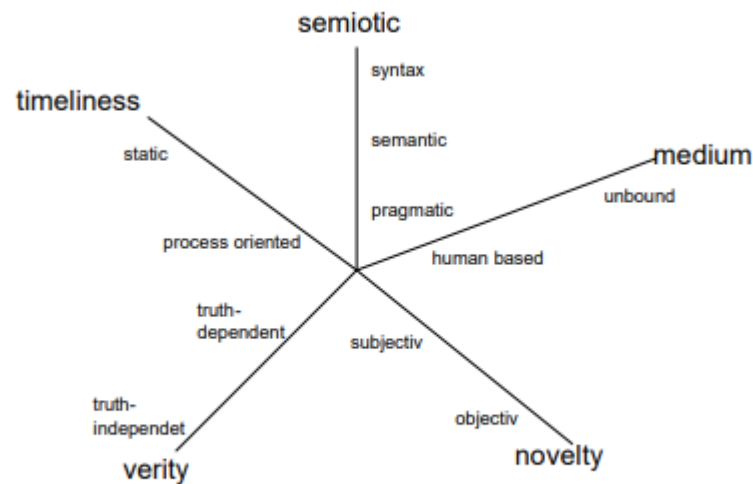
### 5.2.1 Käyttöönotto ja lähestyminen

On tärkeää, että liiketoimintaprosessien hallinto ymmärtää datan laadun käsitteen. Organisaation tulee tunnistaa sisäiset toimet ja tehtävät, joihin datan laatu vaikuttaa. Esimerkiksi finanssialalla toimivan yrityksen luottoriskinhallinta ja johdon raportoinnin luotettavuus voi olla riippuvainen datan laadusta.

Tämän kaltaisten prosessien raportoinnissa tulee ensimmäiseksi määrittää informaation riippuvuudet ja tarpeet. Selvityksessä otetaan huomioon, missä lähdetieto sijaitsee ja

onko se luotu liiketoimintaprosessien pohjalta vai hankittu asiakkailta tai kolmansilta osapuolilta. Tämän tiedon pohjalta tehdään päätöksiä datan hyödyllisyydestä. [Panwar 2015: 64.]

Informaation, datan ja datanlaadun keskusteluja lukemalla voidaan tulkita, että datanlaatu terminä on monimutkainen eikä yksiselitteistä määritelmää ole. [Helfert 2001: 1.]



**Figure 1: Dimensions of information [3]**

Kuva 6 Informaation dimensiot [Helfert 2001: 1.]

### 5.2.2 Tiedon laadunhallinta yrityksissä

Tiedon laatu on oleellinen mittari, joka määrittelee datan käytettävyyden päätöksenteon välineeksi. Liiketoimintojohtajat tunnistavat tiedon arvon ja ovat halukkaita tutkimaan sitä saadakseen toimintaan johtavaa tietoa. [Panwar 2015: 63.]



Data Management Association (DAMA) kuvaa tietojen laadunhallintaa toimintana, joka voi sisältää analyysin, korjaustoimenpiteitä tai varmistamista. Se ei ole kertaalleen suoritettava tehtävä vaan sisältää jatkuvan laadunvarmistuksen, sillä tieto muuttuu ajan kanssa. [Ehrlinger & Wolfram. 2018: 1.]

Jos organisaatio kokee tiedon laadun riittämättömäksi, tietovarastointiprojektin hyödyt kärsivät. Tiedon hyödyntäminen vaatii sen olevan luotettavaa ja totta. [Helfert 2001: 1]. Tiedonlaadun hallintaan liittyvät toimet voivat kasvattaa organisaation tietopääoman arvoa ja tapoja, joilla se voi edistää liiketoimintasuunnitelmien saavuttamista. [Loshin 2009: 2.]

Datan lähteiden lisääntyminen vaikeuttaa datan laadunhallintaa. Yritysten tulee täten panostaa datan laadunhallinnan välineisiin, joiden tulee skaalautua koko yrityksen hyödynnettäväksi. Arviolta 15-20 % datasta on virheellistä tai sen käyttö ei onnistu. [Panwar 2015: 63.]

Liiketoiminnan vaikutus –analyysin avulla voidaan rekisteröidä kaikki mahdolliset dataan liittyvät ongelmat, jotka kasvattavat liiketoimintakustannuksia, laskevat liikevaihtoa, vaikuttavat marginaaleihin tai jotka johtavat viivästyksiin liiketoiminnassa. Tarkoituksena on tunnistaa kaikki haitalliset liiketoimintavaikutukset, jotka voidaan johtaa riittämättömään tiedon laatuun. [Loshin 2009: 4.]

### 5.2.3 Datan laadun parantamisen haasteet

Datan laadunhallintaan keskittyvien toimien käynnistäminen on hankalaa, eivätkä yritykset täten halua aloittaa virallista datan laadun kehitysohjelmaa. Haasteita on muun muassa seuraavat:

- Vastuunjako on vaikea määrittää.
- Eri osastojen täytyy tehdä yhteistyötä ja osallistua kehitysprojektiin.

- Organisaation pitää tunnistaa ja tunnustaa ongelmansa.
- Datan laadun kehittäminen vie paljon työaika.
- Kehittämisen tuloksia on vaikea arvioida.

[Panwar 2015: 64.]

#### 5.2.4 Roolit ja vastuut

Yksi suurimmista haasteista datan laadun kehittämisessä on roolitus, sillä koko organisaatio on vastuussa tiedon laadusta. Koska virheellinen tieto sijaitsee tietokoneella tai palvelimella, liiketoimintayksiköt monesti syyttävät IT-osastoa virheistä. Kuitenkaan tämä osasto on harvoin syyllinen huonoon datan laatuun. IT-osasto voi ainoastaan varmistaa järjestelmien teknisen toimivuuden.

Tehokas datan laadun hallinta vaatii koko organisaatiota ottamaan vastuuta tiedon laadusta. Vastuuta ottavan henkilön tulee huolehtia laadusta, vaikkei hän ole tiedon henkilökohtainen omistaja. Liiketoimintatiedon omistaa yritys jossa työskennellään. Toinen vaatimus tiedon laadun kehittämiselle on työntekijöiden halu keskittyä löydettyihin virheisiin. [Panwar 2015: 65.]

#### 5.3 Mittausvaihe

Mittausvaiheen tarkoitus on kerätä informaatiota prosessista, joka on projektin kohteena. Informaation avulla pyritään ymmärtää paremmin, miten prosessia suoritetaan tällä hetkellä ja verrataan sitä ideaaliseen lopputulokseen. Riippuen prosessista voi olla haasteellista saada kerättyä siitä tarpeeksi historiallista dataa, joten on vähintään analysoitava prosessia ymmärtääkseen sen ongelma-alueet.

Ongelmien lisäksi prosessista täytyy tunnistaa mahdolliset riskit, jotka ovat esteenä sen vaaditulle suoritustasolle. Datan keräyksen jälkeen on alustavasti tutkittava prosessin

onnistumista suhteessa haluttuun lopputulokseen. Tärkeätä vaiheessa on määrittää mitarit ja menetelmät, joiden avulla seurata kehityksen onnistumista [Montgomery 2009: 51.]

### 5.3.1 Datan laadun mittaaminen

Usean tietojärjestelmän tarkoituksena on esittää todellisuus digitaalisena. Organisaation ihmiset voivat tehdä päätöksiä tai tuotteita järjestelmään tallennetulla informaatiolla. Jos tieto ei ole yhteensopiva oikean maailman kanssa, tiedon hyödyntäjä voi toimia väärin.

Yksi kirjallisuudessa yleisesti hyväksytty lähestymistapa on keskittynyt tuotteen hyödyllisyyteen käyttäjälle. Tämän toiminnan avulla yhdistetään kaksi eri laadun näkökulmaa. Laatu tarkoittaa tuotteen piirteitä, joka tyydyttävät käyttäjän tarpeet ja toisaalta eivät sisällä asioita, jotka johtavat asiakkaan tyytymättömyyteen. [Helfert 2001: 2.]

### 5.3.2 Korkealaatuinen data

Korkealaatuinen data on kokonaista, tarkkaa ja saatavilla. Data on kokonaista, kun se sisältää kaiken oleellisen tiedon. Tiedon tarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa kirjoitusvirheet ja lyhenteet. Myös ajantasaisuus voi olla tärkeää. Data tulee myös olla käyttäjän saatavilla tarvittaessa eikä tietoa tarvitse etsiä manuaalisesti. [Panwar 2015: 63.]

Datan laadunhallinnan ROI:n mittaaminen on usein haasteellista. Huonon tiedon laadun kustannuksia on vaikea laskea, joten myös kehittymisen arvo on vaikea määrittää. [Panwar 2015: 64-65.]

### 5.3.3 Mittaustapoja

Tilastollisia menetelmiä on käytetty mittaamaan tiedon laatua. Tilastolliset menetelmät voivat tarkoittaa esimerkiksi keskiarvoa. Tilastollisien menetelmien lisäksi datan laatua

voidaan hallita datan louhintaa(mainausta) sisältävillä metodeilla. [Saeed & Dastjerdi 2010: 1.]

Tiedon laadulle voidaan luoda mittasuhteita, jotka kuvaavat mittayksiköitä, mittareita ja kontekstia. Yleisesti käytettyjä mittasuhteita ovat kokonaisuus, tasaisuus, ajantasaisuus ja yksilöllisyys. Mittasuhteiden käytettävyyttä rajoittaa vain mahdollisuus niiden mittamiseen, lopputuloksena voi olla useita erilisiä tiedon laadun mittaustuloksia, joita yhdistelemällä voidaan rakentaa datan laadullisia mittareita. [Loshin 2009: 5.]

#### 5.3.4 Oikeellisuus

Mittaamisen jälkeen asetetaan hyväksyttävät raja-arvot mittaustuloksille. Mikäli tulos menee alle hyväksytyn, se tarkoittaa, että data ei täytä liiketoiminnan vaatimuksia. Liiketoimintavaatimusten integroiminen tiedon laadun mittaamisen prosessiin täydentää mittareiden hyödyllisyyttä. [Loshin 2009: 5.]

Organisaatiolle on hyödyllistä tehdä säännöt tiedon oikeellisuudelle. Tässä prosessissa pyritään tunnistamaan mahdolliset tiedon poikkeavuudet. Nämä poikkeavuudet tulee läpikäydä liiketoimintaihmissä kanssa. Organisaation tulisi pyrkiä siirtymään pois reaktiivisista toimintatavoista kohti ennakoivampia keinoja. Reagoivilla toimintatavoilla ongelmiin puututaan vasta kun ongelma on käyttäjällä. Sovelluskehityksen aikana tulisi kehittää keinoja, joilla huomata virheet heti kun ne tapahtuvat. Tässä prosessissa tiedolla on soveltuvuusmittarit, jotka varmistavat tiedon käytettävyyden tietovirran aikana. [Loshin 2009: 5.]

#### 5.4 Analysointivaihe

Analysointivaiheen tarkoitus on oppia ymmärtää prosessia syvemmin. On analysoitava kaikki tekijät, jotka vaikuttavat kehityskohteeseen positiivisesti tai negatiivisesti. Osa prosessin muuttujista on erittäin neutraaleja onnistumisen kannalta, kun taas on selkeitä osa-alueita, jotka ovat paljon tärkeämpiä.

Analysoinnin avulla pyritään vähentämään prosessin hukkia ja siirtämään lisähuomiota kriittisiin tekijöihin. Mittausvaiheessa kerätty data on edellytys analysointivaiheen onnistumiselle. Vaiheen jälkeen on tärkeintä tunnistaa ongelmat ja syyt niihin [Montgomery 2009: 52-53].

## 5.5 Parannusvaihe

Parannusvaiheen tarkoitus kehittää ratkaisuja ongelmaan ja valita niistä parhaiten toimiva. Parannusvaiheessa on hyödynnettävä aikaisemmista vaiheista saatua informaatiota. Ensimmäinen tavoite on luoda ratkaisuja, minkä jälkeen niiden testaus voidaan aloittaa.

Prosessin kehittämiseksi suositellaan simuloimaan prosessia joko tietokoneohjelmien avulla tai jos prosessia itsessään voi koeajaa mahdollisuuksien salliessa. Simulaatioitten avulla tunnistetaan uudet ongelma-alueet ja testataan ongelmiin eri ratkaisuja, kunnes sopiva löytyy. Koeajojen voidaan suorittaa useampia, jos uudesta ratkaisusta löytyy entisestään parannettavaa. Vaiheen lopussa on oltava esittää paras ratkaisu ja simulaatioitten tulokset [Montgomery 2009: 53].

### 5.5.1 DMAIC - Datan laadun parantaminen

Tiedon laadun parantamisen tulee olla uusittavissa oleva prosessi, joka suosii proaktiivista tiedon laadun parantamista. Koulutetun henkilökunnan pitää tehdä näiden prosessien läpiviennistä säännöllisiä. [Loshin 2009: 2.]

Tavoitteena on saavuttaa proaktiivisia välineitä ja täten rajoittaa ongelmien siirtymistä toimintaympäristöön. Liian usein pääpaino keskittymisestä menee havaittuun ongelmaan reagoimiseen kuin aktiiviseen ongelman juurisyyn etsimiseen. [Loshin 2009: 5.]

Tiedon laadun mittaamiseen ja monitorointiin tarkoitettujen prosessien kehittämisen ja käyttöönoton jälkeen datan laatuun liittyvät asiat eivät ole enää vain jälkiviisautta organisaation sisällä. Tämän kehitysaskelen jälkeen on tärkeää vakiinnuttaa tiedonlaadun hallintaan suunnitellut välineet koko organisaation sisällä. [Loshin 2009: 7.]

### 5.5.2 Datan puhdistus

Datan virheiden korjaaminen on reaktiivinen toimenpide, jossa käytetään prosesseja, jotta saavutettaisiin hyväksyttävä laadun taso. Niiden käyttö on soveltuvaa tilanteissa, joissa juurisyitä ei ole mahdollista selvittää tai jos ne ovat vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolella. Korjaustoimenpiteet tulee olla synkronisoituja ja informoituja tiedon hyödynäjien ja toimittajien kanssa. Tämä on erityisen tärkeää, mikäli tietoa hyödynnetään moninaisilla tavoilla.

Vaikka datalle olisi valvottuja korjausprosesseja, tulee ongelmien alkuperäinen syy selvittää ja puutteelliset tiedonhallintaprosessit kuvata ja mahdollisesti korjata. Prosessin korjaustoimenpiteessä arvioidaan tietovirtoja ja liiketoimintatapoja ja pyritään estämään virheiden syntyminen. [Loshin 2009: 9.]

## 5.6 Ohjausvaihe

Ohjausvaiheen tarkoitus on antaa prosessista parannettu versio, joka on käyttöönotto valmis. Tämä edellyttää parannusvaiheen onnistumisen. Valmiin projektin on todistettava kehitys alkuperäiseen versioon ja annettava mittarit, joiden avulla tuloksen toteutusta voi seurata. Koko DMAIC-mallin läpikäyminen on voinut tuoda myös esille uusia oivalluksia, joita voi hyödyntää liiketoiminnan muissa prosesseissa. Ohjausvaiheeseen kuuluu prosessin uudelleentarkastus tulevaisuudessa. Tarkastus varmistaa, että prosessi toimii kuten on oletettu. Löydetyt ongelmat tarkastusvaiheessa on korjattava välittömästi [Montgomery 2009: 54].

#### 5.6.1 DMAIC – datan laadun ohjaustoimenpiteet

Tiedon virheistä johtuvien vaikutusten arvioiminen liiketoimintatasolla antaa mahdollisuuden arvioida ja priorisoida data ongelmien kriittisyys. [Loshin 2009: 4.]

Tiedon laadulle voidaan asettaa esimerkiksi vaatimuksia, validointisääntöjä ja näiden noudattamistilastoja. Tämän lisäksi tulee varmistaa mahdollisinten alihankkijoiden ja toimittajien laatukäytännöt.

Yhteisen standardin tai viitekehysten puuttuminen vaikeuttaa kahden eri sovelluksen ymmärrystä toisistaan. Täten tiedon jakamista varten tulee olla normalisoitu standardi. Tietostandardi on eri osapuolten kanssa yhdessä sovitut nimeämiset ja määritelmät eri liiketoimintatermeille. Tietostandardi myös sisältää tiedon fyysisen sijainnin normalisoinnin. [David Loshin 2009: 7.]

#### 5.6.2 Aktiivinen metadatan ylläpitäminen

Yrityksen metadatavarastoa voidaan käyttää ohjauskeskuksena ohjaamaan ja hallitsemaan yrityssovelluksia. Metadatan ja käsitteiden avulla määritetään, kuinka sovellus käyttää tietoa. Standardinmukaiset tekniset yksityiskohdat voivat myös olla merkityksellisiä. Siksi voidaan sanoa, että arvokas osa tietoarkkitehtuuria on yrityksen metadatojen

hallintajärjestelmä, jolla voidaan luoda standarditaso koko organisaatiolle. [Loshin 2009: 7.]

Tiedon saatavuudelle annetut säännöt ovat perusta tiedon laadun tarkasteluun ja monitorointiin. Lisäämällä tunnusteltavia asioita ja monitoroimalla laatua voidaan saada käyttöön välineitä tiedon virheiden tunnistamiseen ja oikeiden henkilöiden tiedottamiseen. Tällä voidaan käynnistää sovittujen toimenpiteiden suorittaminen.

On määritettävä tiedon tarkastus, seuranta ja vastaavien prosessien työkulut tietojen tarkasteluun ja sen varmistamiseen, että tietoelementit ja tietojoukot täyttävät loppupään vaatimukset. [Loshin 2009: 8.]

## 6 Case: Yritys ABC:n tietovirrat

Yritys ABC on logistiikkayritys, jolla on sisäisiä raportointitarpeita liiketoiminnan johdon käyttöön. Liiketoiminnan raportoinnista vastaa tietohallinto. He ovat saaneet käyttäjiltä valituksia heikosta datan laadusta tietovarastossa, josta raportointi tehdään. Myös operatiivisissa järjestelmissä, kuten asiakastietojärjestelmässä on löydetty virheitä.

Yrityksen hallinto haluaa systemaattisen järjestelmän tietovirheiden paikantamiseen ja korjaamiseen.

Kyseessä on konserniin kuuluva tytäryhtiö, joten he ovat myös huolissaan järjestelmien yhteensopivuudesta konsernin sisällä. Yrityksillä on myös yhteistyökumppaneita, joiden

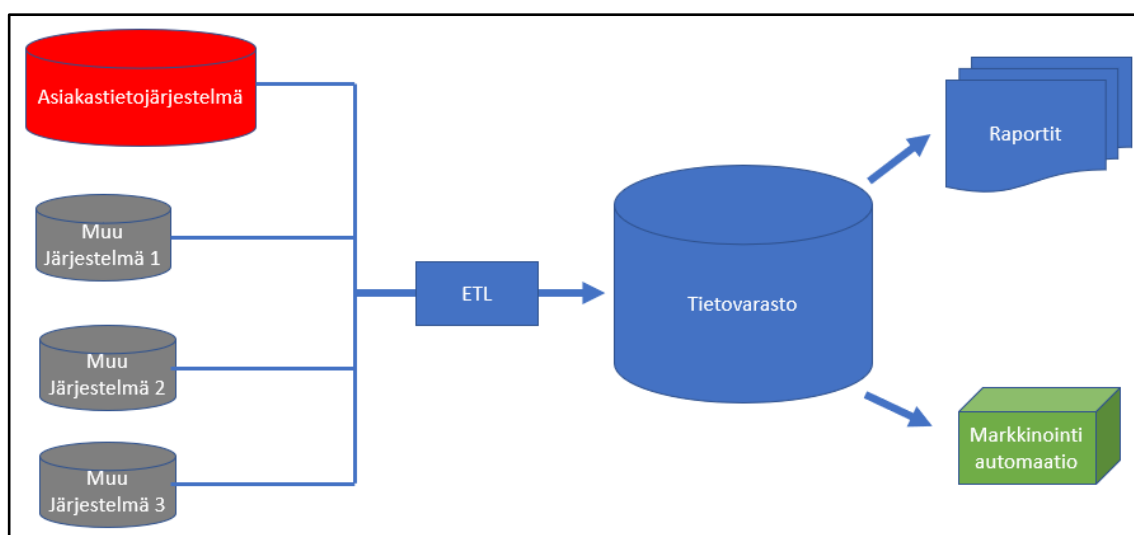


kanssa vaihdetaan informaatiota. Yritys ABC:n järjestelmien yhteensopivuus on arvokasta myös organisaation ulkopuolellisille sidosryhmille.

Tietovarastoinnin tarkoituksena on keskittää informaatio yhteen paikkaan, jotta sen hyödyntäminen ei ole kohtuuttoman vaikeaa. Tiedon yksi sijainti mahdollistaa sen monipuolisemman käytön. [What is a data warehouse?, 2020, Oracle.]

Yritys ABC:n tietovarasto koostuu päivittäisistä eräajoista, joilla haetaan uudet ja muutuneet tiedot lähdejärjestelmistä.

Yrityksen ABC:n tietovarastoon perustuvaa raportointia hyödynnetään myös yrityksen markkinointiautomaatiossa. Markkinointiautomaatioon on oma sovellus, mutta se käyttää lähtötietoina yrityksen tietovarastossa olevaa informaatiota.



Kuva 7 Yritys ABC-tietovirrat

CASE-tutkimuksessa arvioidaan Yritys ABC:n mahdollisuuksia hyödyntää Six Sigma DMAIC -työkalua prosessikehityksessä ja ISO 8000 -standardeja järjestelmien yhteensopivuuden ylläpidossa.

## 6.1 Case: Tietojen kirjausprosessin kehitys DMAIC-työkalulla

Ensimmäinen vaihe tiedon tallentamiseen on sen luontitapahtuma. Luontitapahtumassa esimerkiksi asiakaspalvelija kirjoittaa uuden asiakkaan tiedot sille tarkoitettuun järjestelmään. Mikäli tiedot kirjoitetaan väärin inhimillisestä tai järjestelmällisestä virheestä, ovat ne väärin myös tiedon hyödyntäjälle. Tässä tapauksessa tiedon hyödyntäjiä ovat asiakastietojärjestelmää käyttävät liiketoimintaprosessit. Liiketoimintaprosesseja on esimerkiksi tavarantoimitusprosessi, asiakaskohtainen raportointi sekä markkinointiautomaatio

Yritys ABC:n liiketoimintaa on kuljettaa tavallisia ja vakuutettuja lähetyksiä. Yritys lupaa asiakkailleen vakuutettujen lähetysten toimitettavan aina oikeaan osoitteeseen ja ajallaan. Toimitustapaa mainostetaan markkinan varminpana mutta sen onnistumisprosentista on tullut jatkuvaa negatiivista palautetta. Yrityksen omat tilastot todistavat asiakkaiden palautteen todelliseksi ongelmaksi.

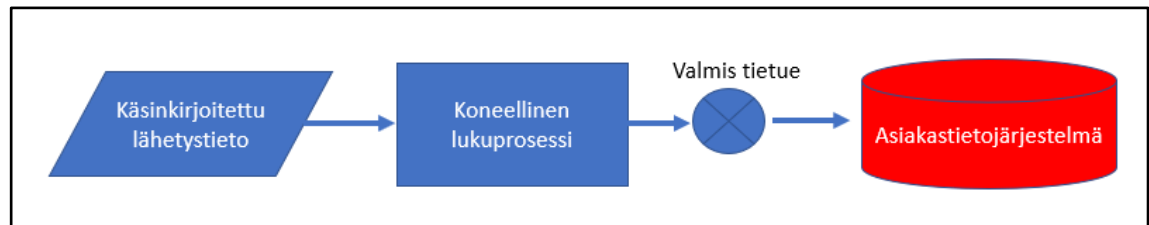
Logistiikkayritys ABC ei ole onnistunut toteuttamaan lupaustaan toimittaa vakuutettuja lähetyksiä tilattuun osoitteeseen vaaditulla onnistumisprosentilla. Yrityksen johdon asettama tavoite on toimittaa 99 % tilauksista ajallaan perille. Jokainen epäonnistunut vakuutettu lähetys tulee reklamaationa takaisin, jolloin yritys joutuu antamaan rahallisen korvauksen virheestä ja sen maine heikkenee suhteessa kilpailijoihin.

Koska virhe on logistiikkaosaston mukaan tietojärjestelmässä, ryhtyi tietohallinto tutkimaan prosessia. Koska tietojen kirjaus on työprosessi, voi sitä kehittää DMAIC-työkalulla.

### 6.1.1 Tietojen kirjaus: Määritä

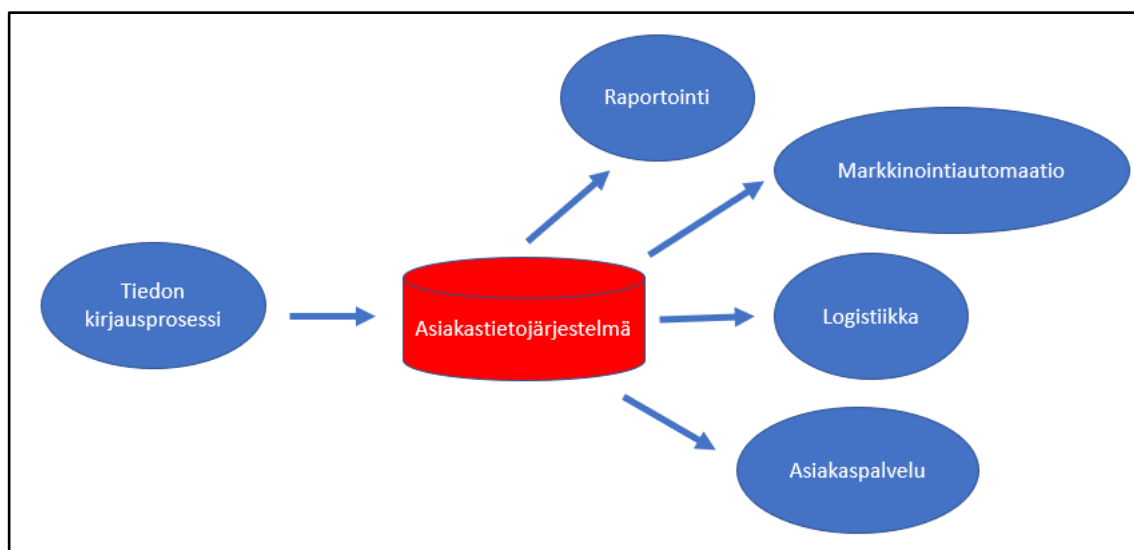
Ensimmäisessä vaiheessa prosessinkehittäjä todentaa virheen. Tutkiessa reklamaatioita yleisin syy vakuutetun lähetysten myöhästymiselle johtui tilauksen toimittamisesta väärään osoitteeseen.

Selvityksen tuloksena huomataan, että lähetystietoja kirjataan jatkuvasti järjestelmään väärillä osoitetiedoilla. Osoitetietojen kirjausprosessi kuvattiin. Kuvatussa prosessissa asiakas kirjoittaa osoitteen ja postinumeron käsin lähetykseen. Mutta laite on tehnyt jatkuvasti lukuvirheitä liian isolla prosentilla.



Kuva 8 Lähtötilanteen tietojen kirjaus-prosessikaavio

Asiakastietojärjestelmästä tehtiin myös sidosryhmäanalyysi, jotta voidaan todentaa, mihin kaikkialle sen tietosisältö vaikuttaa.

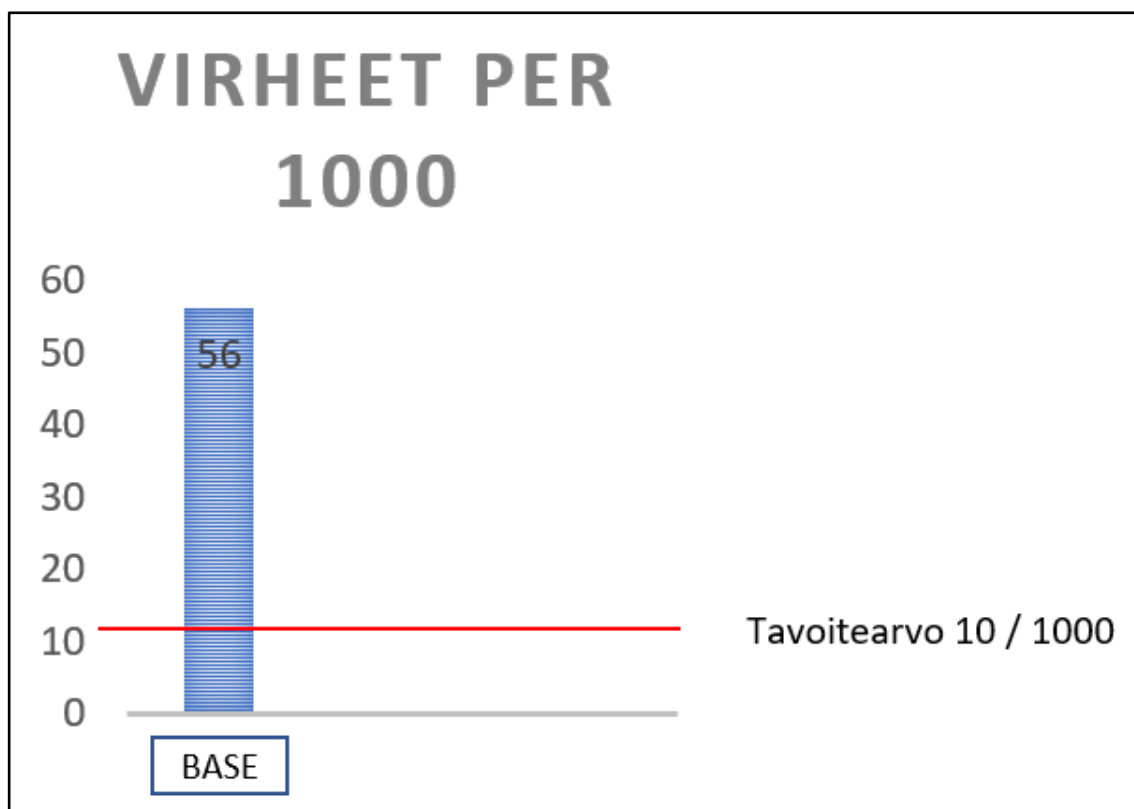


Kuva 9 Asiakastietojärjestelmän sidosryhmäanalyysi

#### 6.1.2 Tietojen kirjaus: Mittaa

Virheeksi toimitusprosessissa määriteltiin toimituksen myöhästyminen.

Prosessin mittausvaiheessa hyödynnetään yrityksen omaa tilastoa toimituksista. Historiatiedoista selviää, että toimitusvirhe tapahtuu nykytilassa 56 kertaa 1000 lähetyksen otannalla. Virheen tapahtuu siis 5,6 % todennäköisyydellä ja prosessin onnistumisprosentti on 94,4. Tavoitteena olevasta 99 %:n onnistumisasteesta nykyinen prosessi on vielä kaukana. Tavoitearvoon pääsy tarkoittaa alle 10 virhettä tuhannesta.



Kuva 10 Toimitusprosessin mittaustulos + tavoitearvo nykytilassa

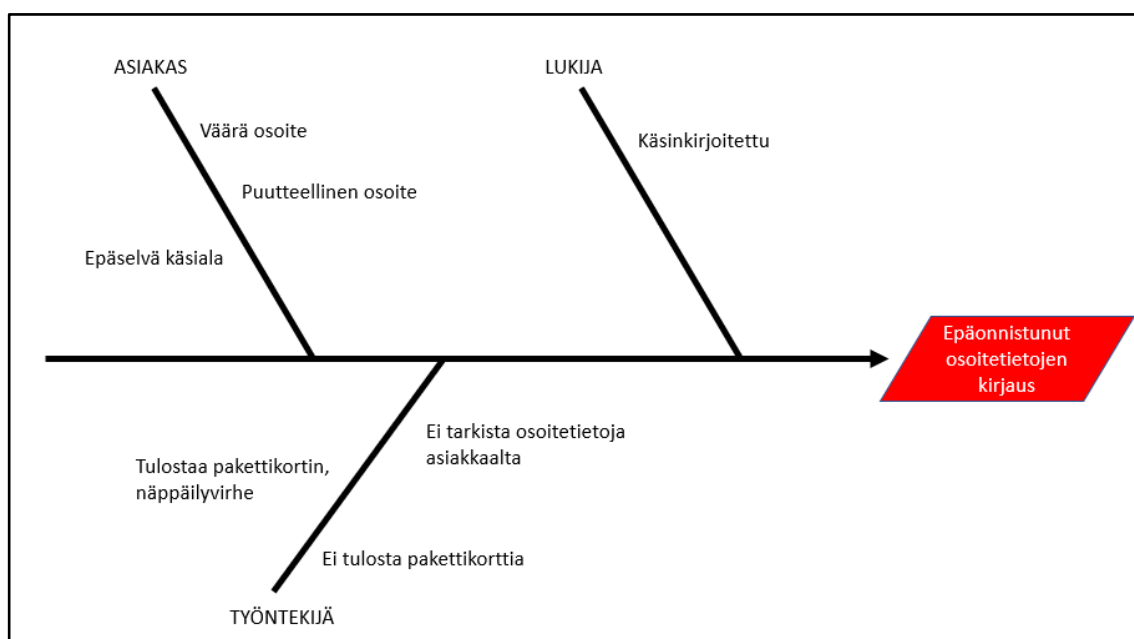
### 6.1.3 Tietojen kirjaus: Analysointi

Yrityksellä on käytössä lukulaite, jonka tarkoituksena on lukea asiakkaan käsinkirjoitettuja osoitetietoja. Laitteen lukemalla osoitetiedolla lähetys osataan ohjata oikeaan osastoon jatkotoimenpiteitä varten. Lukijalla on satunnaisesti ongelmia käsinkirjoitetun tekstin kanssa, josta aiheutuu ongelmia, jotka johtavat tilauksen toimitusongelmiin. Tulostettujen dokumenttien kanssa laite toimii odotetulla tavalla.

Tietojen kirjauksen kanssa virhe syntyy asiakkaan, työntekijän tai lukijan takia. Asiakkaan käsikirjoittama pakettikortti aiheuttaa usein ongelmia lukijan kanssa. Koska asiakasta ei ole tiedotettu ongelmasta, on syy myös työntekijän ja yrityksen. Kaikki virheet eivät johdu osoitteen väärästä tulkinnasta, vaan asiakas voi myös antaa väärät tai puutteelliset osoitetiedot.

Työntekijän isoin virhe on ollut prosessivirhe, jossa käytetään asiakkaan kirjoittamaa pakettikorttia eikä esimerkiksi tulosteta sitä lukijalle optimoidussa muodossa. Työntekijät ovat puutteellisten työohjeiden takia laiminlyöneet osoitetietojen manuaalisen tarkastamisen. Pakettikorttien muuttamisen tulostettuun muotoon myös avaisi mahdollisuuden näppäilyvirheelle ennen tulostusta.

Lukijan suurin ongelma pakettikorttien oikein tunnistamisen kanssa oli haastava teksti formaatti. Laite ei osaa lukea tarpeeksi hyvin käsinkirjoitettua tekstiä. Yritys on testannut muutamia lukijoita, eikä mikään niistä ole toiminut virheettömästi käsinkirjoitetun tekstin osalta. Ennen prosessin muutosta kaikki pakettikortit olivat käsinkirjoitettuja, joten ongelma on jatkuva. Laite antaa ilmoituksen, miten se tunnisti osoitteen ja työntekijät eivät hyödyntäneet tätä informaatiota säännöllisesti.



Kuva 11 Tietojenkirjausprosessin kalaruotokaavio

#### 6.1.4 Tietojen kirjaus: Kehitysvaihe

Kehitystiimi ideoi nykyiseen tiedonkirjausprosessiin vaihtoehtoisia korjausratkaisuja. Ensimmäinen vaihtoehto (A1) on tarjota asiakkaalle tilaisuus kirjoittaa osoitetiedot päättee-

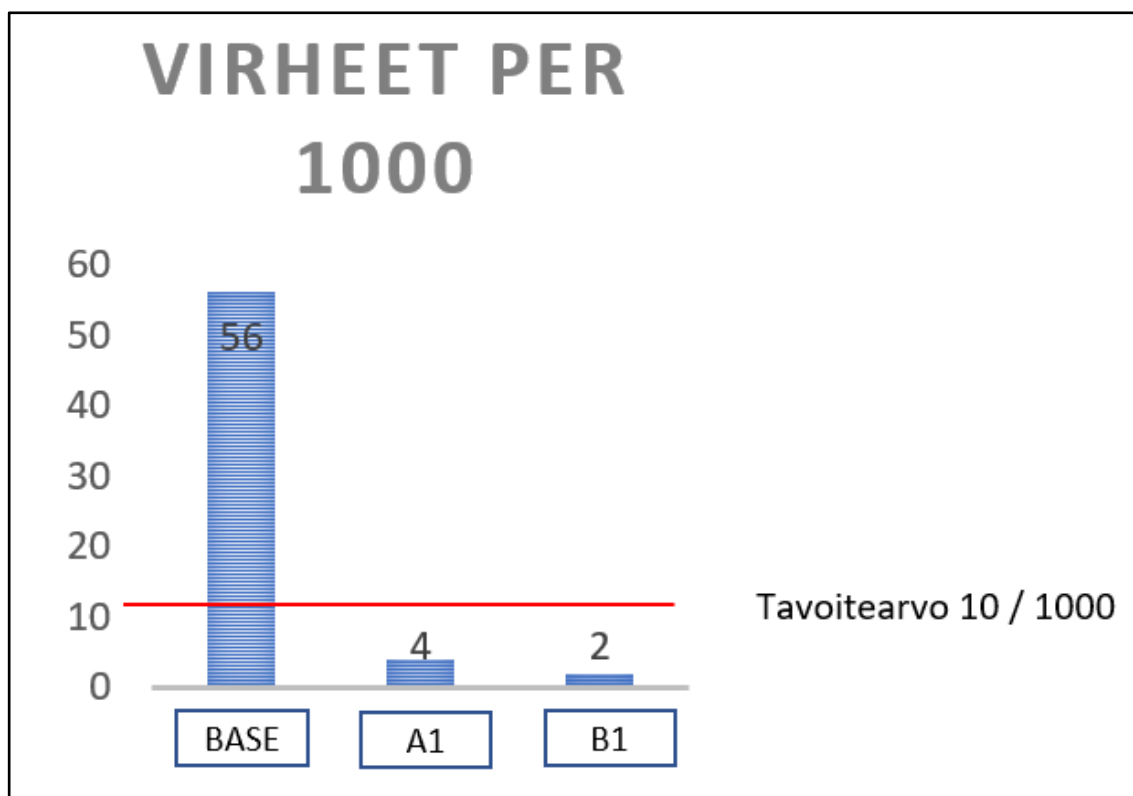
seen tilausta lähettäessä. Tällöin osoitetietojen lukijaa ei käytetä, eikä se voi tehdä virheitä. Asiakas voi edelleen itse kirjoittaa osoitteen väärin, mutta sitä virhettä ei voida estää. Lähetykset toimitetaan asiakkaan antamien tietojen mukaisesti, ainoastaan tulkin-tavirhe johtaa yrityksen maineen heikkenemiseen.

Toinen mahdollisuus (B1) on, että asiakas näkee automaattisen lukijan skannaaman tiedot ja häntä pyydetään vahvistamaan ne. Tämä ratkaisu ei luo asiakkaalle juurikaan ylimääräistä työtä ja työntekijä onnistuu jo tilausta vastaanottaessa varmistamaan, että osoitetiedot ovat lähettäjän mielestä oikein.

#### 6.1.5 Tietojen kirjaus: Ohjausvaihe

Yritys suoritti pilottijakson tarjoamalla alennuksen kaikille asiakkaille, jotka suostuivat osallistumaan pilottiin. Pilotin aikana testattiin kumpaakin kehitysratkaisua.

Molemmat ratkaisut tuottivat tavoitellun tilastollisen lopputuloksen. Laadulliset erot eivät olleet merkittäviä. Kuitenkin asiakastyytyväisyys oli kyselyn jälkeen parempi ratkaisu, jossa asiakas vain vahvisti lähetystiedot oikeaksi.



Kuva 12 Kehitysvaihtoehtojen tilastollinen tulos verrattuna alkuperäiseen

Yritys myös haluaa säilyttää osoitetietojen kirjaamisen vastuun työntekijälle, joten he päätyivät ratkaisuun, jossa tiedot luetaan automaattisesti ja vahvistetaan asiakkaalta.

Sigma on tilastollinen mitta, jolla voidaan laskea prosessin virheiden määrä tulevaisuudessa perustuen dataan, joka on kerätty tarkastelujakson aikana. [Juneja 2020.]

Sigma Level	Defects/Million	Percentage Defects
1	691462	69%
2	308538	31%
3	66807	6.7%
4	6210	0.62%
5	233	0.023%
6	3.4	0.00034%
7	0.019	0.0000019%

Kuva 13 Sigma tasot [Juneja 2020.]



Kehitysryhmän valitsema toimintamalli johtaa tutkimuksen mukaan 0,2 % virhetodennäköisyyteen. Tällä päästään Sigma-tasolle 5.

## 6.2 CASE: Operatiivisten järjestelmien sisältö

Operatiivisella järjestelmä tallentaa liiketoiminnan mukana kirjatut tiedot. Se on yhtä kattava kuin sen käyttäjien toiminta. Mikäli tiedossa on puutteita tällä tasolla, ensiksi pitää selvittää, onko virhe tehty edellisellä tasolla eli kirjausvaiheessa. Aiemmin kävimme läpi kirjausvaiheen kehittämistä DMAIC-työvälineellä.

Mikäli virhe ei ole kirjausvaiheessa, on järjestelmässä ominaisuus, joka mahdollistaa väärän tiedon kirjaamiseen. On siis mahdollista, että tietojärjestelmä on epäyhteensopiva liiketoiminnan kanssa. Näin voi tapahtua esimerkiksi, mikäli toisen toimialan toiminnanohjausjärjestelmää sovelletaan eri alan liiketoimintaan. Tällä voidaan säästää kehityskustannuksissa, mutta se aiheuttaa yhteensopivuusongelmia. ISO-standardisointi voi estää oikein sovellettuna tämänkaltaiset ongelmat. Mikäli sisällöllä tehdään liiketoimintaa kuten osoitetieto esimerkissä, on tiedon laadun vastattava kokonaisprosessin tulostavoitteita.

## 6.3 CASE: Tiedon poiminta

Esimerkki yritys poimii asiakastiedot tietovarastoon samasta järjestelmästä, mitä logistiikkaosasto käyttää.

Tiedon poiminnassa voi olla ongelmia, esimerkiksi merkistöjen väärää tulkkausta. Tästä syntyvät virheet ovat systemaattisia. Nämä ovat yhteensopivuusongelmia, joita standardisoinnilla pyritään estämään. ISO 8000 -sertifiointi vaatii järjestelmän tiedon olevan käytettävissä myös järjestelmän ulkopuolella.

#### 6.4 DFSS:n käyttö ETL-määrittelyprosessissa

Tiedot voidaan myös poimia väärin loogisella tavalla. Mikäli poimitaan väärä tieto, on virhe poiminnan määrittelyprosessissa. Tiedon poimintaan käytettävä ETL-prosessi voidaan suunnitella Design For Six Sigma -tavalla.

Tämä tarkoittaa, että jo tekemisen alkuvaiheilla käytetään huomattavia resursseja poimittavan sisällön tutkimiseen. Mikäli ETL-prosessi on itsessään todella laadukas kaikilla mittareilla, voidaan estää lopputuotteen epäonnistuminen.

##### DFSS: Vaatimusten tunnistaminen

Poimittavat tiedot ovat täsmälleen samoja, kun operatiivisessa käytössä olevat tiedot. Operatiiviseen järjestelmään tehdyt muutokset tulee välittyä myös eteenpäin.

##### DFSS: Suunnittelun kuvaus

Poimitaan kaikki mahdolliset asiakastiedot. Tunnistetaan poistuneet asiakastiedot vertailemalla niitä kohteessa oleviin.

##### DFSS: Suunnittelun optimointi

Rakennetaan testausautomaatio, joka vertailee poiminnan sisältöä operatiivisen järjestelmän sisältöön. Vertaillaan rivimääriä resurssien säästämiseksi.

##### DFSS: Suunnittelun vahvistaminen

Sovitaan hyväksymistestauksen kriteerit prosessille. Kaupallinen käyttö voidaan aloittaa, kun ennalta määritellyt testit ovat onnistuneet.

Asiakastiedot ovat yrityksen raportoinnille ja muulle hyödyntämiselle elintärkeitä. Täten he päätyvät panostamaan asiakastietojen tarkkaan analysointiin jo ennen niiden siirtämistä eteenpäin hyödynnettäväksi. Näin voidaan välttää virheitä myöhemmissä vaiheissa ja estää raportointijärjestelmän kehittämisen luisumista väärille raiteille.

## 6.5 CASE: Tiedon koostaminen

Poimituista tiedoista koostetaan kokonaisuuksia ja kokonaisuuksista muodostuu raportteja. Näiden määrittely on erittäin tärkeää, sillä muuten raportoidaan vääriä tai hyödyttömiä asioita. DFSS-toimintatavalla voidaan kehittää myös lopputuotetta. Tässä tapauksessa lopputuote koostuu useiden prosessien summasta.

Tietovirheet tulevat esiin yleensä tässä vaiheessa, sillä tiedot on koostettu liiketoimintaa ymmärtävien ihmisten arvioitavaksi. Nämä henkilöt ovat niitä, jotka helpoiten löytävät virheet. Heidät tulee roolittaa ja vastuut määritellä oikein, jotta virheet tulevat ilmi ja niiden korjaaminen on jatkuva prosessi. Tietovirheiden läpikäyntiin DMAIC soveltuu loistavasti, kuten tietojen kirjausesimerkissä näytetään.

Virheen juurisyy on työläs selvittää, mitä pidemmälle datan toimitusketju on edennyt. Mikäli virhe huomataan koostamisvaiheessa, on se voinut syntyä kokonaisprosessin elinkaaren aikana.

## 6.6 Lopputuotteen hyödyntäminen

Yritys A hyödyntää asiakastietojaan useissa eri konteksteissa. Esiteltyjä käyttökohteita on: toimitukset, asiakastasoinen johdon raportointi sekä markkinointiautomaatio.

Markkinointiautomaation hoitaa ulkopuolinen sovellus, joka hyödyntää tietovarastossa olevia tietoja. Täten sen toiminnan laatu on riippuvainen sen lähtötiedoista. Tämän kaltaisessa prosessissa tietovirheet monistuvat usealle käyttötasolle. ISO-standardisointi voi tässäkin tapauksessa parantaa ohjelmistojen yhteensopivuutta.

## 6.7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tutkimuksen aiheena oli tutkia, soveltuvatko pääasiallisesti teollisuuden alalla käytetyt laatujärjestelmät digitaalisen informaation laadun hallintaan.

Teoriaosuuden tarkoitus oli luoda perustiedot asioista, mihin laatujärjestelmät perustuvat. Näiden perustietojen ja laatujärjestelmien käyttötapojen avulla pyrimme analysoimaan niiden tarjoamia hyötyjä tiedonlaadun hallinnassa.

CASE-tutkimusta tehdessä huomasimme Six Sigma DMAIC -työkalun soveltuvan hyvin tiedonkirjausprosessin kehittämiseen. ISO-standardisointi tuo yhteensopivuutta mutta se tarvitsee myös hyödyntäjiä. Emme näe kovinkaan monen organisaation saavan liiketoimintahyötyjä järjestelmiensä virallisesta standardisoinnista. ISO-standardeihin syvemmin perehtymällä ja lisätutkimuksilla voitaisiin mahdollisesti löytää hyötyjä, mitä me emme löytäneet. DFSS-työkalu on soveltuva kaikenlaiseen prosessisuunnitteluun ja niiden tarpeiden mahdollisimman aikaiseen löytämiseen. Tämä pätee myös digitaaliseen liiketoimintaan kuten ohjelmistoihin.

Työn sisältö ja tutkimustulokset ovat pääasiallisesti tarkoitettu lukijalle, joka toimii järjestelmä-suunnittelutehtävissä organisaatiossa, jossa on useita operatiivisia tietojärjestelmiä.

## Lähteet

Mustafa, Aljumaili; Ramin, Karim; Phillip, Tretten. 2016. Quality of Streaming Data in Condition Monitoring Using ISO 8000. Verkkoaineisto. <[https://www.researchgate.net/publication/300127689\\_Quality\\_of\\_Streaming\\_Data\\_in\\_Condition\\_Monitoring\\_Using\\_ISO\\_8000](https://www.researchgate.net/publication/300127689_Quality_of_Streaming_Data_in_Condition_Monitoring_Using_ISO_8000)>.

Peter R. Benson. 2019. ISO 8000 Quality Data Principles. Verkkoaineisto. <[https://eccma.org/private/download\\_library.php?mm\\_id=22&out\\_req=SVNPIDg-wMDAgUXVhbGl0eSBFYXRhIFByaW5jaXBsZXM=>](https://eccma.org/private/download_library.php?mm_id=22&out_req=SVNPIDg-wMDAgUXVhbGl0eSBFYXRhIFByaW5jaXBsZXM=>)>. Luettu 28.3.2020.

Doanh Do. 2017. The Five Principles of Lean. Verkkoaineisto. <<https://theleanway.net/The-Five-Principles-of-Lean>> Luettu 11.12.2019.

Rene T. Domingo. 2003. Identifying and Eliminating The Seven Waster or Muda. Verkkoaineisto. S. 1-4. <<https://www.rtdonline.com/BMA/MM/SevenWastes.pdf>>. Luettu 04.12.2019.

Lisa Ehrlinger, Wolfram Wöß. 2018. Verkkoaineisto <[https://www.researchgate.net/publication/323316592\\_Automated\\_Data\\_Quality\\_Monitoring](https://www.researchgate.net/publication/323316592_Automated_Data_Quality_Monitoring)>. Luettu 15.03.2020.

Saeed Farzi, Ahmad Baraani Dastjerdi. 2010 Verkkoaineisto <<http://ijcte.org/papers/125-G214.pdf>>. Luettu 17.03.2020.

Robert Hart. 2017. When should DMAIC be your go-to problem-solving tool? Verkkoaineisto. <<https://traccsolution.com/blog/dmaic-problem-solving/>> Luettu 20.12.2019

Markus Helfert. 2001. Verkkoaineisto <<https://pdfs.semanticscholar.org/3754/a999d02245cbbac9eb1a5164fc3d03f24f75.pdf>>. Luettu 15.02.2020.

Ted Hessing. 2018. History of Lean. Verkkoaineisto. <<https://sixsigmastudy-guide.com/history-of-lean/>>. Luettu 21.10.2019.

How to Implement Quality Function Deployment. 2015. Verkkoaineisto. <<https://quality-one.com/qfd/>>.

Prachi Juneja. 2020. Understanding Sigma Levels. Verkkoaineisto. <<https://www.managementstudyguide.com/understanding-sigma-levels.htm>>.

Douglas C. Montgomery. 2009. Introduction to Statistical Quality Control s.45-54. John Wiley & Sons, Inc.

Douglas C. Montgomery. 2005. Generation III Six Sigma. Verkkoaineisto <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1002/qre.751>>Lähdetieto.

Mohit Panwar. 2015. Verkkoaineisto. <<https://www.ijstr.org/final-print/sep2015/Application-Of-Six-sigma-For-Data-Quality-Improvement-In-An-Insurance-Company.pdf>>. Luettu 20.02.2020.

Steve Scott. 2019. What is Kaizen? (or How to Build the “Continuous Improvement Habit”. Verkkoaineisto <<https://www.developgoodhabits.com/kaizen-continuous-improvement/>>. Luettu 21.10.2019.

Nawras Skhmot. 2019. What is Lean? Verkkoaineisto. <<https://theleanway.net/what-is-lean>>. Luettu 10.10.2019.

Six Sigma White Belt Lesson 2: Six Sigma History. Verkkoaineisto. <<https://sigsigmaonline.org/wp-content/uploads/Six-Sigma-History.pdf>>.

The Core 5 principles for Implementing Lean. 2019. Verkkoaineisto. Kanbanize. <<https://kanbanize.com/lean-management/implementing-lean/>>. Luettu 10.12.2019.

[The 5 Whys] The 5 Whys. 2018. Verkkoaineisto. Expert Program Management. <<https://expertprogrammanagement.com/2019/05/the-5-whys/>>. Luettu 15.10.2019.

Kai, Yang; Basem, El-Haik. 2003 Design for Six Sigma a Roadmap for Product Development s.49-52, 54-58, 173, 178-181. The McGraw-Hill Companies, Inc.

What is a data warehouse? 2020. Verkkoaineisto. Oracle. <<https://www.oracle.com/database/what-is-a-data-warehouse/>>.

What is Kaizen? 2015. Verkkoaineisto. <<https://www.kanbanchi.com/what-is-kaizen>>. Luettu 15.10.2019.

7 Waste of Lean: How to optimize resources. 2019. Verkkoaineisto. Kanbanize. <<https://kanbanize.com/lean-management/value-waste/7-wastes-of-lean/>>. Luettu 01.12.2019.



